Ein Beitrag zur
Vegetationskunde der Wälder
des südlichen Schwarzwaldes
und zur Ökologie der Weißtanne und unserer drei anderen Waldbäume (Fichte, Buche und Traubeneiche).

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde
genehmigt von der Philosophischen Fakultät
der Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin.

Von

Constantin Mayer

geboren in Paris.

Tag der mündlichen Prüfung: 18. April 1935
Tag der Promotion: 20. Juni 1935

Dahlem bei Berlin
VERLAG DES REPERTORIUMS, FABECKSTR. 49.
1935.

149

Referenten: Herr Professor Dr. Diels

Herr Professor Dr. Noack

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Die vorliegende Arbeit stellt eine Studie über die Vegetation des südl. Schwarzwaldes nach pflanzensoziologischen Gesichtspunkten dar, wobei ich die Methode von Braun-Blanquet angewendet habe, die mich bei der Erkennung und dem Studium der Vegetationseinheiten außerordentlich befriedigt hat.

Im Anschluß an die vegetationskundliche Schilderung der Landschaft habe ich mir nicht versagen können, die Oekologie der vier wichtigsten waldbildenden Bäume (Tanne, Fichte, Buche, Eiche) zu beschreiben, sowie ihre verschiedene Widerstandskraft gegen die Trockenheit zu erklären zu versuchen. Die Arbeit ist in den Jahren 1933 und 1934 auf Anregung meines verehrten Lehrers, Herr Professor Dr. Diels, Berlin-Dahlem, entstanden, dem ich hier an dieser Stelle dafür meinen herzlichsten Dank ausspreche. Herr Professor Dr. Markgraf Berlin-Dahlem unterstützte mich durch viele Ratschläge, wofür ich ihm auch meinen Dank ausspreche.

Herr Professor Dr. Oehlkers und Herr Dr. Köckemann, beide Freiburg/Br., haben in liebenswürdigster Weise mir die Möglichkeit gegeben, im botanischen Institut der Universität Freiburg/Br. zu arbeiten und mir Apparate zur Benützung zur Verfügung gestellt. Beiden gilt infolgedessen mein Dank.

Die meisten Bodenaziditätsbestimmungen führte ich am Standort nach der Methode von Whery mit Indikatoren von Merck aus; nur einige Bestimmungen ließ ich durch Herrn Dr. Schinzinger in der badischen geologischen Landesanstalt elektrometrisch ausführen. Ebenso führte ich dortselbst einige Schlemmanalysen aus. Infolgedessen danke ich für das bereitwillige Entgegenkommen dem Direktor der Landesanstalt, Herrn Oberbergrat Dr. Schnarrenberger sowie den Herren Dr. Schinzinger und Dr. Brill. Die nach Wherry bestimmten Werte stimmen trotz der Grobheit der Methode gut mit den elektrometrisch bestimmten Werten überein.

Die physiologisch-kryoskopischen Messungen wurden im Physikalisch-chemischen bzw. im physiologischen Institut der Universität Freiburg ausgeführt und infolgedessen danke ich für die Erlaubnis der Ausführung Herrn Professor Böhm (phys.-chem. Inst. und Herrn Professor Hoffmann (phys. Inst.) herzlich.

Folgenden Herren spreche ich weiter meinen herzlichen Dank aus, die mich durch Ratschläge unterstützten oder die Bestimmung von Pflanzen ausführten: Herr Geh. Rat Professor Dr. Hausrath, Freiburg/Br., Herr Oberforstrat Dr. Pfefferkorn, Bad. Forstamt Freiburg, Herr Oberforstrat Killius, Bad. Forstamt Wendlingen-Freiburg, Herr Forstrat Koch, Bad. Forstamt

Blumberg-Donaueschingen, Herr Forstrat Schäfer, Bad. Forstamt Villingen, Herr Professor Dr. Lauterborn, Freiburg, Herr Professor R. Pilger, Berlin-Dahlem (Gramineen), Herr Konrektor R. Groß, Berlin O (*Carex*), Herr Dr. Reimers, Berlin-Dahlem (Moose), Herr Hauptlehrer Lösch, Kirchzarten-Freiburg (Farne und Flechten), Herr Oberwachtmeister Keller, Freiburg und Herr Maschinenmeister Müller, Freiburg-Schauinsland, für die Überlassung der Wetterberichte des Jahres 1933 und 1934.

Einleitung.

Wie kaum ein anderes Gebirge besitzt der südliche Schwarzwald auf einem engen Raume von oft nur einigen Kilometern erstaunliche Gegensätze in der Vegetation, die aufzuspüren außerordentlich reizvoll ist. Die Ursache dieser Gegensätze liegt in den den einzelnen Landschaften des Schwarzwaldes eigenen außerordentlich verschiedenen Klimaten und Bodenbeschaffenheiten begründet, so daß ich zum näheren Verständnis einige Bemerkungen vorauschicken muß. Ich werde mich dabei auf das Notwendigste beschränken, da gerade in neuerer Zeit verschiedene Abhandlungen darüber erschienen sind.

Die Grenzen des untersuchten Gebietes sind im Norden das Elztal, im Westen die oberrheinische Tiefebene, im Süden die Linie Kandern—Säckingen—Waldshut, das ist der steile Südabfall des Schwarzwalds, und im Osten eine Linie, die sich erstreckt von Waldshut das Wutachtal bis Achdorf entlang, dann, einen Teil des Badischen Juras mit eingeschlossen, nach Donaueschingen, Villingen und zurück nach Oberprechtal im Elztal. Die meisten pflanzensoziologischen Aufnahmen stammen aus der Umgebung von Freiburg und dem Feldbergebiete; das übrige Gebiet habe ich in Einzelexkursionen durchforscht.

Das Klima.

Hierzu ist zunächt folgendes zu sagen: der Kaiserstuhl ist kontinental, der Westabfall des Schwarzwaldes atlantisch, der Feldberg und die anderen Gipfel über 1200 m arktisch-alpin mit einer Durchschnittstemperatur wie etwa die des Nordkaps; die Baar und der Jura im Osten des Schwarzwaldes sind kontinental.

Die mittlere Jahrestemperatur, das absolute Maximum und Mininum in der Periode 1928/1932 war bei den folgenden Stationen wie folgt:

	Jahresmittel	abs. Max.		abs. Min.		Unterschied
Oberrotweil	10°	34,5°	27. VII. 1928	—21,2°	12. II. 1929	55,7°
Freiburg	10,1°	34,5°	13. VII. 1928	—21,2°	12. II. 1929	55,7°
Feldberg	3,2°	25,0°	14. VI. 1931	—27,7°	13. II. 1929	52,7°
Donaueschingen	6,5°	31,7°	15. VII. 1928 und 23. VII. 1929	—33,6°	12. II. 1929	65,3°

Durchschnittliche Anzahl der Tropen-, Sommer-, Frost- und Wintertage (1928/32)

		Trop. Max. 30°	Sommer- Max. 25°	Frost Min. 0°	Wintertage Max. 0°
Meersburg	400 m	0	26	91	25
Höchenschwand	1000 m	0,2	9,8	125,6	53
Oberrotweil	200 m	5	52,4	84,4	19,8
Freiburg	270 m	3,8	50,6	74,2	16,8
Feldberg	1492 m	0	0,2	173,6	85,4
Villingen	700 m	0,8	29,8	135,6	33,2
Donaueschingen	680 m	0,6	31,8	156,6	37,8

Wie wir aus dieser Tabelle ersehen, ist das Klima der Orte am Westabfall (Freiburg, — das Gleiche gilt von Badenweiler), am Südabfall (Höchenschwand) und am Bodenseeufer (Meersburg) außerordentlich gemildert gegenüber der Baar (Donaueschingen, Villingen) und dem Kaiserstuhl (Oberotweil). Uns fällt auch schon der Unterschied zwischen dem nur 16 km weiter gegen den Schwarzwald zu gelegenen Villingen im Gegensatze zu Donaueschingen auf: Villingen ist gegenüber Donaueschingen schon gemildert, was uns auch bei den folgenden Werten (Spät- und Frühfrösten) auffallen wird.

1928/1932	letzter Frost	erster Frost
Meersburg (Bodensee)	11. V. (1928)	15. X. (1928)
Höchenschwand b. St. Blasien	17. V. (1928)	5. X. (1928)
Oberrotweil (Kaiserstuhl)	11. V. (1928)	15. X (1928)
Freiburg	23. IV. (1929)	15. X. (1928)
Badenweiler	11. V. (1928)	15. X. (1928)
Feldberg	25. VI. (1929)	5. IX. (1931)
Villingen (Baar)	20. V. (1930)	8. IX. (1931)
Donaueschingen (Baar)	10. VII. (1929)	8. IX. (1929, 1931)

Aus obiger Tabelle erkennen wir, daß der Kaiserstuhl und die Baar zu den gefährdetsten Spätfrostgebieten gehören. Am Kaiserstuhl sind die Spätfröste so gefährlich, weil schon im März die Temperaturen sehr hoch sind und infolgedessen die Blätter und die Blüten schon vorzeitig austreiben und deshalb der Gefahr des Erfrierens bei eintretenden Frösten ausgesetzt sind. Aus dem gleichen Grunde sind die Spätfröste auch an den warmen Süd- und Südwesthängen der unteren Lagen am Westabfall des Schwarzwaldes so gefährlich. Ende April des Jahres 1933 erfroren so an diesen Hängen alle Eichen- und Buchenblätter und die jungen Tannentriebe. Anders die Baar. Hier ist kein Monat frostfrei. Die Forstbezirke Donaueschingen und Blumberg gehören zu den kältesten Gebieten Badens und sogar Deutschlands. Im Winter sind die Temperaturen ebenso tief wie in Ostpreußen jenseits der Buchengrenze. Auf offenem Felde erfrieren häufig noch im Juli die Kartoffeln. Am 29. Mai 1934 sind bei Donaueschingen die

Blätter der kleinen Buchen und Buchenkeimlinge erfroren, wie ich selbst beobachten konnte. Am Morgen dieses Tages soll der Reif dick auf dem Boden gelegen haben. Die Farne im Neudinger Ried waren 1934 im Juli noch nicht entwickelt, (das ist eine Zeit, zu der sie sonst zu fruchten beginnen), da bis zum Juli noch sehr häufig Nachtfröste waren (Lösch mündlich). Das Gefährliche dabei ist, daß in der Baar auch sehr heiße Tage, selbst Tropentage, vorkommen, die die Pflanzen zu vorzeitiger Entwicklung bringen.

Das gleiche Bild ergibt sich auch bei den Monatstemperaturmitteln:

1886/1905	I	II	III	IV	V	VI
Freiburg	0,3°	1,9°	5,8°	10,1°	13,8°	17,7°
Todtnauberg	—2,3°	1,9°	0,6°	4,8°	8,8°	12,6°
Villingen	—4,1°	—3,0°	0,7°	5,3°	9,5°	13,6°

	VII	VIII	IX	X	IX	XII	Jahr
Freiburg	19,4°	18,8°	15,4°	9,9°	5,4°	1,4°	10,0°
Todtnauberg	14,3°	13,7°	11,2°	5,9°	2,2°	—1,3°	5,7°
Villingen	15,3°	14,1°	10,9°	5,7°	1,4°	—2,7°	5,6°

Die Niederschlagsmengen an den einzelnen Orten des Gebietes sind wie folgt: am Kaiserstuhl im Regenschatten der Vogesen relativ niedrig, am Westabfall des Schwarzwaldes hoch, in der Baar und im Jura im Regenschatten des Schwarzwalds wieder niedrig.

1928/32	Niederschlag Mittel mm	Sättigungsdefizit	Niederschlags-Quotient
Oberrotweil	722,3	2,4	301,2
Freiburg	994,7	2,537	395
Badenweiler	960,3		
Obermünstertal	1147,8		
Hofsgrund	1855,7		
St. Peter	1305,2		
Breitnau	1154,7		
Furtwangen	1718,5		
Titisee	1210,5		
Feldberg	2074,0	0,993	2182
Höchenschwand	1037,5		
Bonndorf	933,2		
Königsfeld	989,2		
Villingen	835,8		
Donaueschingen	745,9	1,48	505
Pfohren	636,6		416,6
Heuberg	808,8	1,53	555,9

Gleichzeitig erkennen wir, daß Donaueschingen, Pfohren und der Heuberg trotz der niederen Niederschlagsmengen gegenüber

Freiburg infolge der dortigen niedrigeren Temperaturen und infolgedessen auch der geringeren Verdunstung, die sich durch einen niederen Sättigungsdefizitswert ausdrückt, feuchter als Freiburg sind (höherer Niederschlagsquotient).

Bei der Besprechung des Klimas muß ich auch des Föhnwindes gedenken, der besonders am West- und Südabfall in Gestalt des Alpen- und Vogesenföhns seinen Einfluß ausübt. Das Hauptcharakteristikum des Föhns ist die ungewöhnlich niedrige Luftfeuchtigkeit an Föhntagen, wodurch es nicht unwahrscheinlich ist, daß Pflanzen, besonders wenn sie schon unter sehr ungünstigen Bedingungen (steinige Hänge) wachsen, zur Austrocknung kommen können.

Ebenfalls einen nicht unbedeutenden Einfluß übt die Temperaturumkehr im Winter auf die Vegetation aus, besonders wenn, was nicht selten vorkommt, wenig Schnee auf dem Boden liegt. Während die Ebene unten im Nebel liegt, und infolgedessen die Temperaturen auch tagsüber niedrig bleiben, steigen oben auf den Bergen bei solcher Strahlenwirkung die Oberflächen- und Bodentemperaturen bedeutend an trotz der niedrig bleibenden Lufttemperaturen. Nach meinen Messungen werden die im Februar an solchen Tagen oben herrschenden Lichtstärken nur wenig von denen im Sommer in der Ebene übertroffen. Im März kann an solchen Tagen auf dem Berg oben die Oberflächentemperatur 50° C erreichen (wie es im März 1929 am Feldberg geschah). Auf den Verlauf der Minima und Maxima sowie der Höhe der Niederschlagsmengen in den zwei meteorologischen Stationen meines Hauptuntersuchungsgebietes, Freiburg (Höhe 260 m) und Schauinsland (Höhe 1220), während der zwei letzten Jahre 1933 und 1934, weise ich noch besonders hin (Fig. 1, 2, 3). Ich glaube, es ist deutlich zu erkennen, daß in der subalpinen Region auf dem Schauinsland die Temperaturextreme stärker als in der Ebene, in Freiburg, ausgebildet sind.

Geologie und Bodenbeschaffenheit.

Tektonische Verhältnisse des Gebietes: Unser Gebiet wird durch zwei aufeinander senkrecht verlaufende Verwerfungssysteme durchzogen. Die Nord-Süd-Verwerfung ist die Hauptrheintalverwerfung, die am Westrande des Schwarzwalds, des Kraichgauer Hügellandes und des Odenwaldes von Basel bis Frankfurt entlang läuft und den Steilabfall des Schwarzwalds bildet. Bei Denzlingen (9 km nördl. von Freiburg) spaltet sich von der Hauptverwerfung eine Verwerfung ab, die entlang des Elztales bis Oberprechtal läuft. Auch gegen das Eltztal fällt dieser Teil des Schwarzwaldes sehr steil ab, und das Gebiet nördlich dieses Tales liegt durchschnittlich um 400—500 m niedriger als das davon südlich gelegene. Parallel zu dieser Hauptverwerfung verlaufen im ganzen Schwarzwalde viele kleine Verwerfungsspalten,

denen entlang meist kleine Täler und Dobeln gehen. Durch die Hauptverwerfungsspalte erhält der Schwarzwald sein Oberflächenbild: ein steiler Westabfall mit einem durchschnittlichen Höhenunterschied von 700—1000 m mit vielen kurzen tiefeingeschnittenen und mit Steilhängen versehenen Tälern und eine leicht nach Osten abfallende Hochebene (Donaueschingen 694 m) mit breiten langen Tälern. Das senkrecht zu der Hauptverwerfung verlaufende Verwerfungssystem läuft von Freiburg, den Hängen des Dreisamtales und das Höllental entlang, bildet am Ostabfall und in der Baar den Lenzkircher und Bonndorfer Graben und läuft dann weiter in den Hegau und das Bodenseegebiet. Diese Verwerfung bildet die mit Steilhängen versehenen Quertäler des Schwarzwalds: das Dreisamtal, das Höllental und die Wutach- und Gauchachschlucht. Die beiden letzteren sind tief in die Hochebene der Baar eingeschnitten. Parallel zu dieser Verwerfung verläuft eine Bruchspalte, die den steilen Südabfall des Schwarzwaldes bildet; sie läuft von Kandern über Schopfheim nach Säckingen und weiter das Rheintal entlang. Südlich der Linie Kandern—Schopfheim (oder vielmehr südlich des Wiesentales unterhalb Schopfheims) liegt der niedrige Dinkelberg, ein ziemlich verkarstetes Juragebirge, der geologisch und auch vegetationskundlich zum Schweizer Jura gehört. Östlich wird der Dinkelberg vom Wehratale begrenzt. Auch gegen dieses Tal fällt der Schwarzwald (Hotzenwald) in der ganzen Länge des Tales von Todtmoos bis Säckingen sehr steil ab (ca. 400 m).

Bodenunterlage: Der Hauptteil des südl. Schwarzwaldes wird aus Urgestein (Gneis und Granit) gebildet; die Verwitterungsprodukte beider Gesteine sind ziemlich sandig und grobkörnig. Die der Hauptverwerfung in der Rheinebene vorgelagerten Vorberge (Isteiner Klotz, Vorberge der oberen Markgrafschaft, Schönberg) bestehen meist aus Kalken (Muschelkalke, Keuper und Jurakalke). Die in ihnen vorkommenden Buntsandsteine sind für die Vegetation von keiner Bedeutung. Am Ostabfall des Schwarzwalds und in der Baar treffen wir von Westen nach Osten Buntsandstein, Muschelkalk und Keuper; bei Hausen vor Wald treffen wir die äußersten Ausläufer des Juragebirges (Lias und Dogger), von wo das Gelände wieder allmählich ansteigt. Aber erst mit dem weißen Jura (Malm) erreichen wir den Steilabfall des Juras mit einer Höhe von 900 m (Eichberg, Buchberg, Randen). Jenseits der Juraketten liegt der Hegau mit den einzelstehenden Vulkankegeln, wie einige ähnlich auch im Jura vorkommen (Höwenegg, Wartenberg bei Geisingen).

Vegetationskundlich-pflanzensoziologischer Teil.

Entsprechend der klimatischen und geologischen Gliederung unseres Gebietes gliedert sich die Vegetation. Bei den hohen Niederschlagsmengen auf dem Hochschwarzwald neigen die Ur-

gesteinsböden auf ebenen Lagen zur Vernässung und Vermoorung. Der Buntsandstein läßt kein Wasser durch, neigt deshalb bei ebenen Lagen, die im Buntsandsteingebiet des Ostabfalls vorherrschend sind, ebenfalls zur Vernässung und zur Vermoorung. Infolgedessen ist das Gebiet des Hochschwarzwalds und des Buntsandsteingebiets ein Nadelwald- und Hochmoorgebiet, das sich ziemlich genau mit dem Gebiet der alten Schwarzwaldhochebene deckt. Die Grenzen des Nadelwaldgebiets gegen das Laubwaldgebiet des Westabfalls decken sich ziemlich genau mit dem oberen Rand der Steilabfälle; die Grenzen des Nadelwaldgebiets sind wie folgt: von Unterprechtal im Elztal über Gschasi, Rohrhardsberg, Obersimonswald, St. Märgen, Posthalde im Höllental, Hinterwaldkopf, Feldberg, Bernau, Ibach, Wolpadingen, wo sie scharf nach Osten umbiegt und weiter als Südgrenze verläuft über Tiefenhäusern, Höchenschwand, Amrigschwand, Riedern, Uehlingen, dann nach Nordosten etwa nach der Mündung der Gauchach in die Wutach, die Gauchach- und Wutachschlucht entlang, um dann endlich den Steilrand des Juragebirges (Malm) entlang zu laufen. Im ganzen Verlaufe dieser Grenze ist der Uebergang des Laubwalds in den Nadelwald außerordentlich scharf, — etwa 0,5—1 km —; dieser Gegensatz sucht seinesgleichen in unseren deutschen Mittelgebirgen und den Alpen. Der Nadelwald selbst ist aber, wie wir nachher sehen werden, vegetationskundlich nicht einheitlich, sondern er gliedert sich nach der geologischen Unterlage in den Nadelwald des Schwarzwalds (Urgestein und Buntsandstein) sowie den der Baar und des Juras (Muschelkalk, Keuper und Jurakalke). Da der Muschelkalk alles Wasser in unterirdischen Klüfte hindurchsickern läßt, das erst wieder unten in der Wutachschlucht und im Keuper bei Donaueschingen zum Vorschein kommt, und ziemlich verkarstet ist, ist das Muschelkalkgebiet vorzugsweise ein Getreide- und Kartoffelland; nur einzelne Stellen werden von Wald bestockt (z. B. bei Döggingen). Die trockensten Standorte des Gebiets sind sogar öde Steppen und Triften mit dürftigem Wacholdergebüsch. Dagegen sind die Böden des Keupers, der Juratone (Lias, Dogger, Opalinuston) und des Juranagelfluhs wieder feuchter und tragen infolgedessen neben Kulturland (vorwiegend Wiesen) auch ausgedehnte Wälder. Im Gebiet dieser Böden kommen auf ebenen Lagen auch Moore und Riede vor (Pfohrener, Neüdinger Ried, Ried von Zollhaus). Der Malmkalk dagegen läßt wie der Muschelkalk das Wasser in unterirdischen Klüften durch, trägt aber nur Wald und zwar Laubwald. Der steile Westabfall des südl. Schwarzwalds und die Kalkvorberge tragen infolge des gemilderten Klimas ausgedehnte Laubwälder und sehr viel Kulturland (Äcker, Wiesen, in den unteren Lagen bis 400—500 m auch Weinberge). Sehr steile waldlose Hänge sind am Westabfall aber auch nur mit dürftigen Matten, die nur zum Weidebetrieb geeignet sind, bedeckt. Überhaupt ist die Vegetation am Westabfall am meisten gegenüber den anderen Gebieten von der Kultur (Bergwerksbetriebe, Glashütten, Harzer usw.) beeinflußt.

Ein großer Teil des Waldes ist in früheren Zeiten gerodet und abgeholzt worden und erst in neuerer Zeit sind große Teile des Gebietes meist mit eintönigen Fichtenwäldern wieder aufgeforstet worden.

Ich werde nun die Vegetationseinheiten der Wälder der einzelnen bis jetzt geschilderten Landschaften der Reihe nach besprechen und zwar:

I) Die Wälder des Westabfalls und der Vorberge (Schönberg und Markgräfler Land).

II) Die Nadelwälder des Hochschwarzwalds (Urgestein- und Buntsandsteingebiet).

Anhang: Die Wälder des Hotzenwaldes (Gebiet zwischen Bernau und Hochrhein).

III) Die Wälder der Baar und des badischen Juras (Muschelkalk, Keuper, Jurakalke und Juranagelfluh).

I) Die Wälder des Westabfalls und der Vorberge.

Vorerst muß ich bemerken, daß die am Kaiserstuhl so üppig und mannigfaltig entwickelten basiphilen Eichenbuschwälder (Quercetum sessiliflorae-pubescentis Lithospermetum purpureo-coeruleum) nirgends in irgendeiner Form entwickelt sind, auch nicht an den wärmsten Stellen der Vorberge (wie am Kienberg am Schönberg). — Eine Aufnahme aus dem Buschwald vom Kienberg zeigt folgendes Bild:

Buschwald auf dem Kienberg (Schönberg), Höhe 415—420 m, Boden Jurakalk, Azidität pH = 6,5—7,0; Aufnahmefläche eben und geneigt.

Baum- und Strauchschicht: *Corylus avellana* vorherrschend, *Crataegus* spec., *Pinus silvestris, Quercus sessiliflora, Populus tremula, Ligustrum vulgare, Cornus sanguinea, Viburnum lantana, Robinia pseudac.*, Staudenschicht: *Convallaria mavalis, Hedera helix, Gramineae* steril (diese drei vorherrschend), *Primula veris, Gramineae* steril, *Platanthera bifolia.*

Moosschicht: *Hypnum cupressiforme.*

Kleine Pflanzen von *Viburnum lantana* und *Ligustrum vulgare.*

An anderen Stellen des Buschwaldes, besonders am Rande, erscheinen *Vincetoxicum officinale, Campanula persicifolia, Carlina vulgaris, Prunus spinosa, Carex* spec., *Orchis ustulata.*

Die Ursache des vollkommenen Fehlens des basiphilen Eichenbuschwalds wird die schon zu hohe Niederschlagsmenge und die gegenüber dem Kaiserstuhl niederere Temperatur sein. Auch am Kaiserstuhl kommt diese Assoziation über 350 m Höhe nicht mehr vor.

Folgende Wald-Vegetationseinheiten treffen wir am Westabfall des Schwarzwaldes an:

A) Die Wälder des Fagion-Verbandes.

Aa) Die Ecihen-Hainbuchenwälder (Querceto-Carpinetum), die auf der untersten Stufe (bis 400 m) auf meist ebenen feuchten Böden vorkommen.

Ab) Die Bergahorn-Wälder der oberen Stufe (von 800—1000 m).

Ac) Die Buchen- und Tannenwälder (Fagetum silvaticae) treten auf den Vorbergen, an den feuchten Lagen der unteren Stufe des Westabfalls und in der oberen Region derselben bis 1000 m Höhe auf.

Ad) Die azidiphilen Buchenwälder und die Eichen-Buchenwälder (Querceto-Fagetum).

B) Die Wälder des Quercion-Verbandes.

Ba) Azidiphile Eichenwälder (Quercetum medioeuropaeum). Diese Assoziation kommt in den untersten Stufen und an den warmen Süd- und Südwesthängen bis 500—700 m vor.

Bb) Übergang des Querceto-Lithospermetum zum Quercion roboris-sessiliflorae.

C) Die Wälder der subalpinen Region über 1000 m.

Ca) Der subalpine Buchenwald (Fagetum silvaticae montanae, Adenostyletum albifrons - Fagetum silvaticae).

Cb) Der Fichtenwald (Piceetum excelsae).

A) Die Wälder des Fagion-Verbands.

Aa) Der Eichen-Hainbuchenwald (Querceto-Carpinetum).

Diese Assoziation besiedelt die unterste Region von 300—400 m und bevorzugt ebene, feuchte und nasse, tiefgründige lehmige Böden. Heute ist sie ziemlich selten geworden; an ihrer Stelle sind Tannen- und Fichtenwälder aufgeforstet worden, die aber in diesen Lagen an manchen Standorten nicht gut gedeihen. Die Tannen haben häufig unter den nach warmen März- und Apriltagen auftretenden Spätfrösten zu leiden; und außerdem werden beide, Tannen und Fichten, hier unten von vielen Schädlingen (*Dreyfussia, Nematodes* u. a.) befallen. Ich habe nur noch zwei ausgedehntere Eichen-Hainbuchenwälder angetroffen, die ich beide aufgenommen habe: am Lehener Eck und bei Zähringen. Außerdem habe ich bei Günterstal noch zwei sehr kleine übriggebliebene Assoziationen gefunden.

1) Am Lehener Eck, Höhe 290 m, Exp. Süd, Neigung gering (5°), gewellte Bodenoberfläche, Boden Urgestein (Gneis), schwerer Lehm, Azidität pH = 5,8, Boden ziemlich schnell austrocknend. Kronenschluß vollkommen geschlossen (5), sehr schattig. In diesem Wald wachsen einige sehr kümmerlich aussehende Weißtannen. Datum der Aufnahme: 12. IV. 1933.

2) Hainbuchenwald an der Pochgasse bei Zähringen (am Ausgange des Ortes gelegen). Höhe 284 m, Exp. eben. Der Wald ist am Bach gelegen, von dem einige Abzweigungen und Zuflüsse ihn durchfließen; infolgedessen ist der Boden sehr feucht und naß. Boden Urgestein (Gneis), Lehm, Azidität pH = 5,5—6,0, Kronendach vollkommen geschlossen (5), deshalb ganz schattig und lichtarm.

Innerhalb des Waldes ist an einer noch feuchteren nassen Stelle der Wald an einem Wassergraben etwas offen und licht; hier erscheinen folgende Pflanzen: *Carex brizoides, Impatiens noli tangere, Ranunculus auricomus, Rubus* spec., *Milium effusum, Geum urbanum, Ajuga reptans, Glechoma hederaceum, Rumex* spec., *Sambucus ebulus, Scrophularia nodosa, Urtica dioeca, Germanium Robertianum, Vicia* spec., *Chaerophyllum, Lysimachia vulgaris.* Datum der Aufnahme: 25. IV. 1934 und 18. V. 1934.

3) Am Soldatendenkmal bei Günterstal, Höhe ca. 320 m, Exp. eben, Boden Urgestein (Gneis), feuchter Lehm, Azidität pH = 5,0—5,5, Kronendach geschlossen (5), schattig. Größe der Assoziation ca. 3 m². Größe der Aufnahmefläche 1 m². *)

4) Ebendort. Exp. West, Neigung verschieden, Boden trockener, sehr steinig; Kronendach nicht geschlossen (4); nur noch Überreste der Querceto-Carpinetum-Assoziation mit schon starken Anklängen an das Fagetum silvaticae.

Gemeinsame Baumschicht der Aufnahmen 3 und 4: *Carpinus betulus* (alte sehr schöne Bäume), *Quercus* spec., *Abies alba* (große schöne Bäume); gemeinsame Strauchschicht: *Carpinus betulus, Quercus* spec., *Fagus silvatica, Abies alba, Ilex aquifolium, Acer pseudoplatanus, Rubus idaeus, Rubus* spec., *Prunus avium.* Datum der Aufnahme: 3. IV., 10. IV. 1934.

Den Hauptbestand der Querceto-Carpinetum-Assoziation bilden die Frühjahrsblüher (*Anemone nemorosa, Oxalis acetosella, Viola Riviniana, Viola silvatica, Ranunculus ficaria, Corydalis solida, Arum maculatum*), die noch vor der Laubentfaltung bei reichlichem Licht blühen. Diese Pflanzen bedürfen zu ihrer Blütezeit viel Licht, müssen aber auch ziemlich frostunempfindlich sein, da zu dieser Zeit (März und April) Nacht- und Spätfröste keine Seltenheit sind. Außerdem bevorzugen alle diese Pflanzen einen feuchten, lehmigen, frischen Boden, den sie bei uns in den Eichen-Hainbuchenwäldern reichlich finden, dagegen nicht in den Tannen und Buchenwäldern der höheren Lagen. Nach der Laubentfaltung welken diese Pflanzen rasch dahin und während des ganzen Sommers und Herbstes sind diese Wälder ziemlich staudenarm. Nur ausgesprochene Schattenpflanzen wie *Hedera helix* können während dieser Zeit in diesen Wäldern gedeihen. In den beiden Wäldern am Lehener Eck und bei Zähringen überzieht *Hedera helix* teppichartig den ganzen Boden, da er während dieser ganzen übrigen Zeit keinen gefährlichen Konkurrenten besitzt. Wie wir also sehen, ist der Pflanzenwuchs der Hainbuchenwälder ganz der sommerlichen Lichtarmut angepaßt. Hierbei möchte ich erwähnen, daß die Hainbuchen- und Buchenwälder zu den schattigsten, lichtärmsten Wäldern gehören. Denn wie wir später noch hören

*) Nach einer mündlichen Mitteilung von Herrn Dr. Oberdorfer, Bruchsal, kommt hier auch *Fragaria elatior* vor.

werden, sind auch die auf ebenen Lagen in feuchten Gebieten wachsenden Buchenwälder (Markgräfler Land, Hotzenwald) nach der Laubentfaltung sehr lichtarm und infolgedessen auch staudenarm und sogar staudenleer. Zur Bestätigung des Gesagten bringe ich einige meiner in verschiedenen Wäldern vorgenommene Licht-Messungen.

I) Datum: 15. Mai 1934 v. m.

a) untere Bodlesau Höhe 350 m, Zeit 9^{15}—9^{50}.

	relative Lichtmenge	im Bruchteil von der vollen Lichtmenge in der Sonne auf freier Fläche
auf freier Fläche, volle Sonnenbestrahlung	6,0	$^1/_1$
niederes Eschenwäldchen eben, 5 m hoch	0,63	$^1/_{10}$
niederes Buchenwäldchen eben, 5 m hoch	0,023	$^1/_{250}$
Fichtenwäldchen, eben lichtere Stelle (Carex)	0,82	$^1/_{10}$
dunklere Stelle (Moos)	0,297	$^1/_{20}$
Bodlesau, Exp. SW, Zeit 10^{20}—11^{10} offene sonnige Stelle	6,55	$^1/_1$
Bodlesau, Exp. SW Eichen-Buchenwald	0,141	$^1/_{50}$
Kreuzkopf-Bodlesau Exp. NW, Tannenwald	0,162	$^1/_{40}$

b) untere Bodlesau Zeit 11^{30}—11^{55}

auf freier Fläche	11,0	$^1/_1$
Fichtenwald am Rand	0,275	$^1/_{40}$
im Innern	0,142	$^{13}/_{1000}$
Eschenwäldchen, 6 m hoch	0,65	$^6/_{100}$ ($^3/_{50}$)
Buchenwäldchen, 6 m hoch	0 (0,025)	— ($^1/_{500}$)

2) Datum 16. Mai 1934

Am Soldatendenkmal bei Günterstal, Höhe ca. 320 m. Zeit 9^{20}—10^{05}

auf der Wiese, freie Fläche	6,65	$^1/_1$
im Hainbuchenwald, Exp. eben *Anem.-nem.-Ranunc.-fic.*-Ass.	0,03	$^1/_{200}$
im Hainbuchenwald, Exp. W 10 *Anemone-Melica*-Assoz.	0,0392	$^1/_{200}$

		relative Lichtmenge	im Bruchteil von der vollen Lichtmenge in der Sonne auf freier Fläche
3) Datum 24. Mai 1934 ebendortselbst, Zeit 9^{40}—10^{45}			
auf der Wiese, freie Fläche	9^{40}	7,15	$^1/_1$
im Hainbuchenwald			
eben, *Anem.-Ranunc.*-Ass.	9^{50}	0,045	$^1/_{160}$
eben, *Anem.-Ranunc.*-Ass.	10^{00}	0,038	$^1/_{200}$
auf der Wiese, freie Fläche	10^{40}	8,5	$^1/_1$
im Hainbuchenwald, wie vorhin	10^{45}	0,15	$^1/_{60}$
im Hainbuchenwald, dunklere Stelle		0,06	$^1/_{140}$ ($^1/_{150}$)
4) Datum: 24. V. 1934 n. m. Zeit 14^{35}—14^{50} Standort ebendortselbst			
auf der Wiese, freie Fläche		8,5	$^1/_1$
im Hainbuchenwald, wie vorhin		0,06	$^1/_{140}$ ($^1/_{150}$)

Im Anschluß an diese Tabelle bringe ich einiges aus der allgemeinen Oekologie dieser Assoziation und ihrer Pflanzen. Unsere Eichen-Hainbuchenwälder gehören bei uns im Schwarzwald den ausgesprochenen Spätfrostgebieten unseres Landes an. Alle ihm angehörigen Arten sind unempfindlicher gegen Spätfrost als die Arten des Fagetum silvaticae. Der namengebende Baum der Gesellschaft, die Hainbuche (*Carpinus betulus*), dringt infolge seiner größeren Kälteresistenz gegenüber der Buche (*Fagus silvatica*) weiter nach Osten und Norden als diese. Zur Laubentfaltung gebraucht die Hainbuche ebenfalls nicht so viel Wärme wie die Buche, da sie vor dieser junge Blätter treibt. Trotzdem erfrieren Buchenblätter bei Spätfrosten viel häufiger als Hainbuchenblätter. In den Eichen-Hainbuchenwäldern kommt dann die frostunempfindlichere Stieleiche, *Quercus pedunculata,* häufiger vor als die stark frostempfindliche Traubeneiche, *Qu. sessiliflora;* die Stieleiche treibt aber zum Unterschied zur Hainbuche und zur Traubeneiche sehr spät aus, so daß die Gefahr des Erfrierens nicht häufig vorkommen dürfte. Außerdem bevorzugt die Stieleiche im Gegensatz zur Traubeneiche die feuchten nassen lehmigen Böden der Hainbuchen- und Erlenwälder (Auenwaldungen). Diese Böden enthalten selbst in der trockensten Zeit genügend Wasser, so daß eine Vertrocknungsgefahr für die Stieleiche bei stark erhöhter Lebenstätigkeit im Sommer nicht besteht. Eine frostempfindliche Pflanze ist der Efeu, *Hedera helix;* aber es ist auch möglich, daß er gegen die schwachen Spätfröste unempfindlich ist und nur durch starke Winterfröste, die hier unten verhältnismäßig selten vorkommen, geschädigt wird. Die Blütezeit des Efeus liegt auch im Spätsommer; deshalb ist es auch möglich, daß er spät austreibt. Die untere Grenze der Weißtanne, *Abies alba,* liegt bei 350—400 m. Wie wir gesehen haben, gedeiht die Weißtanne im Hainbuchenwald am Lehener Eck sehr schlecht; dasselbe gilt für sie allgemein in diesen unteren Lagen. Als Ursache sind zwei Faktoren besonders maßgebend: 1) die Spätfröste und 2) der

Lichtmangel der Buchen- und Hainbuchenwälder. Die Weißtanne ist sehr spätfrostempfindlich und gedeiht auch schlecht im tiefen Schatten der Buchen und Hainbuchen; das heißt sie gedeiht schon im Buchenschatten, aber ihr Längenwachstumszuwachs ist dabei sehr unbedeutend und praktisch gleich Null. Über diese Frage werde ich später bei der allgemeinen Ökologie unserer Waldbäume ausführlicher sprechen.

Leider habe ich auf Kalkboden eine natürliche Querceto-Carpinetum-Assoziation nicht gesehen, aber ich habe wenigstens einen durch Kulturmaßnahmen veränderten Eichen-Hainbuchenwald angetroffen. Dieser Hainbuchenwald, bei Uffhausen, ist nämlich durch Hieb stark gelichtet und weiter durch künstliche Anpflanzungen von fremden Hölzern stark verändert. Der Boden ist trockener als der Boden anderer Hainbuchenwälder, aber wie weit das von Einfluß ist, können wir nicht sagen, da die Jurakalkböden an und für sich schon schneller trocknen als die Urgesteinsböden; die Azidität zeigt den gleichen Wert wie die Böden der anderen Hainbuchenwälder (pH 5,5—6,0). Der Kronenschluß ist nicht ununterbrochen; der Wald ist so licht, daß wir ihn kaum mehr einen Wald nennen können. Infolgedessen ist die Anzahl der Arten auch viel größer als in den gewöhnlichen Hainbuchenwäldern; viele lichtbedürftige Arten treten hinzu, die sich aber heute infolge des Kultureingriffes noch nicht zu einer einheitlichen Assoziation zusammensetzen, so daß ich im folgenden nur eine Aufzählung der Arten bringen kann. Eichen-Hainbuchenwald am Steinbruch bei Uffhausen am Weg nach dem Schönberger Hof. Höhe 280 m, Exp. eben, Boden Jurakalk; Bodenprofil: humöser kalkiger Lehm 4—5 cm über kalk. Lehm; Azidität pH = 5.5—6.0.

Baumschicht: *Quercus* spec., *Carpinus betulus, Fagus silvatica, Abies alba* (kleine kümmerliche Bäume), *Tilia grandifolia, Acer campestre.*

Strauchschicht: *Carpinus betulus, Corylus avellana, Fagus silvatica, Abies alba* (kümmerlich, angepflanzt), *Pseudotsuga Douglasii* (angepflanzt), *Frax. exc.* (angepflanzt, *Rosa repens, Ilex aquifolium, Cornus sanguinea, Viburnum lantana, Ligustrum vulgare, Rubus* spec., *Rubus idaeus, Quercus* spec., *Lonicera xylosteum, Crataegus* spec., *Salix* spec., *Tilia grandifolia, Castanea vesca.*

Staudenschicht: *Hedera helix, Anemone nemorosa, Carex montana, Fragaria vesca, Euphorbia amygdaloides, Stachys silvaticus, Deschampsia flexuosa, Viola silvestris, Vicia sepium, Primula elatior, Galium silvaticum, Glechoma hederaceum, Pulmonaria obscura, Sanicula europaea, Lamium galeobdolon, Luzula pilosa, Hieracium auricula, Phyteuma spicat., Ranunc. auricomus, Melica uniflora, M. nutans, Camp. trachelium, Carex polyrrhiza, Carex silvatica, Milium effusum, Mercurialis perennis, Lilium martagon, Festuca silvatica, Poa nemoralis, Bromus asper, Epilobium* spec., *Dactylis glomerata, Melampyrum pratensis.*

Moosschicht: *Hypnum cupressiformae.*

Schon aus der Artenaufzählung erkennen wir, daß wir keine einheitliche Assoziation vor uns haben; Pflanzen aus den verschiedensten Vegetationseinheiten (Buchenwald, Eichenwald) mischen sich bunt durcheinander. Wir haben hier so etwas ähnliches wie eine Kahlschlagformation vor uns, die wahrscheinlich sehr rasch sich verändern und einer geschlossenen Einheit entgegensteuern wird. Trotzdem die Pflanzen anscheinend wirr durcheinander wachsen, glaube ich, daß beim näheren Studium dieses Waldes sich verschiedene kleinere Vegetationseinheiten finden würden.

Nun wollen wir noch einen Blick auf die Vegetation der Tannen- und Fichtenwälder werfen, die an Stelle ehemaliger Eichen-Hainbuchenwälder getreten sind. Im Tannenwald am Sternwaldeck bei Freiburg hinter der Villa Mitscherlich, Höhe 280—380 m, Urgestein (Gneis), sehr steinig, Exp. verschieden (W und N), erkennt man sowohl an der Vegetation wie auch an den Überhältern, den großen Eichen, noch den ursprünglichen Eichen-Hainbuchenwald. Aber zwischen diese Eichen-Hainbuchenpflanzen mischen sich noch andere Arten. Eine Aufzählung der Arten gibt uns dieses Bild:

Baumschicht: *Quercus spec.* +, *Abies alba* 5, ca. 30jährige Bäume, *Picea excelsa* +, *Pinus silvestris* +, *Larix decidua* +,

Strauchschicht: *Carpinus bet., Sambucus racem., Rubus idaeus, Corylus avell., Acer pseudoplat., Castanea vesca, Rubus* spec., *Prunus avium, Abies alba, Lonicera periclymenum, Fagus silv., Prunus padus, Salix* spec., *Ilex aquif., Ribes* spec.

Staudenschicht: *Hedera helix, Oxalis acetosella, Luzula silvatica, Anem. nemor., Lamium galeobdolon, Geum urbanum, Galeopsis pubescens, G. tetrahit, Hieracium* spec., *Lactuca muralis, Prenanthes purpurea, Deschampsia flexuosa, Ajuga reptans, Solidago virga aurea, Fragaria vesca, Impatiens noli tangere, Urtica dioeca, Senecio nemorensis, Stachys silvaticus, Vaccinium myrtillis, Vinca minor, Polygonum acetosella, Milium effusum, Glechoma hederaceum, Teucrium scorodonia, Asperula odor, Mercurialis perennis, Circaea lutetiana, Viola silvestris, Lactuca muralis, Veronica chamoedrys, Geranium Robertianum, Stellaria nemor., Melica unifl., Epilob. mont., Lamium galeob.*

Moosschicht: *Hypnum cupressiforme, Polytrichum formosum* und einige andere Moose, aber alle spärlich vertreten.

Die Tannen haben sich zu schönen Bäumen entwickelt, aber trotzdem haben sie stark unter Schädlingen (*Dreyfussia piceae, Dreifussia Nuesslin,* Borkenkäfer u. a. m.) sowie unter ungünstigen klimatischen Bedingungen zu leiden, und es gehen immer wieder einige von ihnen ein. Nur in einem feuchten Dobel an der Nordseite stehen einige gesunde große Tannen. Die Fichten sind hier in diesem Walde spärlicher vertreten als die Tannen, sehen aber alle viel schöner und prächtiger aus als diese. Im Gegensatz dazu

verjüngen sich die Tannen gut, die Fichten dagegen überhaupt nicht. Die Ursache dieses verschiedenen Verhaltens ist uns ganz unbekannt.

Ein diesem Standorte ganz gegensätzlicher Standort liegt auf der anderen Seite des Günterstäler Tales, an der unteren Bodlesau. Hier ist auf einem ehemaligen Eichen-Hainbuchenwald oder Erlenwald ein Fichtenwald aufgeforstet worden. Dieser Standort ist außerordentlich feucht und naß; im Winter und Vorfrühling dringt das Wasser bis an die Oberfläche vor, im Frühling und im Sommer wird der Boden dann allmählich von oben nach unten trockener. Die hohe Feuchtigkeit dieses Standortes wird am besten dadurch charakterisiert, daß im Winter und im Vorfrühling immer, im Sommer nach jedem stärkeren Regenfall auf den Bäumen Flechten (*Parmelia*-Arten) und Algen (*Trentbepohlia, Protococcus, Nostoc*) stark hervortreten. Im Dezember 1932 und Januar 1933 ist sogar auf den Bäumen *Herpotrichia niger* aufgetreten, ein Pilz, der sonst nur bei reichlichem Schnee auftritt. Der Standort liegt an verschiedenen Bächen, die ihm immer genügend Wasser zuführen. Neben dem Fichtenwalde auf der anderen Seite des Weges auf dem gleichen nassen Boden ist ein ca. 5 Jahre alter kleiner Buchenwald, von dem ich eine Aufnahme bringe, da er ungefähr die ursprüngliche Flora widerspiegelt:

Baumschicht: *Quercus* spec. I, *Fagus silvatica* 4, *Carpinus betulus* 1, *Fraxinus excelsior* 2, *Abies alba* +, *Prunus Padus* +, *Sambucus racemosa* 1, Sträucher von *Rubus idaeus* 1 und von *Rubus* spec. 2, Stockausschläge von *Corylus avellana* + und *Acer* spec. +.

Staudenschicht: 3 m² Aufnahmefläche, Datum der Aufnahme: 21. IV. 1934.

Ranunc. fic.	3	3	3	*Urtica dioeca*	—	+	—
Anem. nemor.	3	1	2	*Glech. hederac.*	—	1	—
Lamium galeobd.	2	3	2	*Myosotis*	—	+	—
Scrophul. nodosa	1	1	—	*Arum macul.*	—	—	+
Hedera helix	3	2	1	*Viola Rivin.*	—	—	— (+)
Primula elat.	—	—	— (+)				

An lichteren Stellen, wie im Eschenwäldchen (ebenfalls 5 Jahre alt), am Rand des Fichtenwaldes und auf freier Fläche kommt fast nur *Carex brizoides* vor. In den Eschenwäldchen kommt dann wie in der Lichtung innerhalb des Fichtenwaldes in der Moosschicht *Rhodobryum roseum* vor. Die Vegetation dieser Lichtung (Kahlschlag) besitzt die Artzusammensetzung eines Erlenwaldes (Alnetum glutinosae):

Alnus glutinosa, Caltha palustris, Chrysosplenium alternifolium, Impatiens noli tangere, Glechoma hederaceum, Urtica dioeca, Carex spec., *Rubus* spec., *Nasturtium rivulare, Aspidium* spec. (verschiedene), *Geranium Robertianum, Galeopsis tetrahit, G. pubescens, Stellaria nemorum, Scrophularia nodosa, Eupatorium*

cannabinum, Chrysosplenium oppositifolium, Mnium undulatum, Rhodobryum roseum.

Exposition des umgebenden Fichtenwaldes eben, nur an einer Stelle etwas geneigt. Das Innere des Waldes ist im allgemeinen staudenarm (fast nur mit *Oxalis acetosella* bedeckt). Vom Rande her dringen *Carpinus betulus* und *Rubus* spec. mit einigen Buchenwaldpflanzen (z. B. *Fragaria vesca*) in den Wald ein (auf geneigtem Boden). Auf den ebenen feuchtesten und lichteren Stellen treten einige der obengenannten Erlenwaldpflanzen *Equisetum silvat., Prenanthes purpurea, Fegatella conica, Mnium undulatum* und *Plagiochila asplenioides, Melandryum rubrum* und *Carex brizoides* auf. Im lichteren Fichtenwäldchen im Wegdreieck an der Abzweigung des Weges nach der Luisenhöhe vom Weg nach der Bodlesau sind folgende Pflanzen:

Höhe 320 m, Exp. eben und sehr schwach geneigt, Größe ca. 200 m². — Trotz dieses kleinen Flächeninhaltes gibt es im Wald verschiedene Assoziationen, so daß ich im folgenden nur eine Artenaufzählung bringe:

Baumschicht: *Picea excelsa, Abies alba.*

Strauchschicht: *Abies alba, Fagus silvatica, Fraxinus excelsior, Ilex aquifolium, Alnus glutinosa, Rubus* spec., *Rosa* spec., *Carpinus betulus, Salix* spec., *Castanea vesca, Quercus* spec. (klein).

Staudenschicht: *Anem. nemor., Aspidium* spec., *Chaerophyl. bulb., Deschampsia flexuosa, Fragaria vesca, Hieracium* spec., *Hedera helix, Juncus effusus, Lonicera periclymenum, Luzula silvatica, Lamium galeobdolon, Oxalis acetosella, Vaccinium myrtillus, Veronica chamaedrys, Viola Riviniana, Geran. Robert., Lactuca muralis, Phyteuma spicatum, Prenanth. purp., Carex brizoides, Aspidium filix mas, Equisetum silvaticum, Melandryum rubrum, Melica uniflora, Sanicula europaea, Majanthemum bifolium, Glechoma hederaceum,* am Wassergraben *Carex pendula* Herz.

Keimlinge und kleine Pflanzen von *Fagus silvatica, Abies alba, Picea excelsa, Lonicera periclymenum, Rubus* spec.

Moosschicht: *Hypnum cupressiformae, Pleurosium Schreberi, Hylocomium splendens, Mnium undulatum, Polytrichum formosum, Dicranum scoparium, Rhytidiadelphus triquetrus, Plagiochila asplenioides.*

Wir erkennen hier also eine Flora, die aus allen möglichen Assoziationen zusammengesetzt ist (Alnetum glutinosae, Querceto-Carpinetum, Fagetum silvaticae, Piceetum excelsae). Die Fichten gedeihen hier infolge der hohen Feuchtigkeit gut und verjüngen sich sogar. Die Fichten haben die zwei letzten Jahre (1932, 1933) im Herbst unter Schädlingen zu leiden gehabt, haben aber beide Male, nachdem sie die unteren Zweige, die von den Schädlingen befallen waren, im Frühjahr abgeworfen hatten, die Krankheit überstanden. Dieses Jahr (1934) sind sie nicht von Schädlingen befallen worden.

Interessant sind auch die Temperaturverhältnisse in dem staudenarmen *Oxalis-acetosella*-Fichtenwalde im Vergleich zu denen des Tannenwalds am Kreuzkopf-Bodlesau (Höhe 450—480 m) Exp. NW); der Fichtenwald ist gegenüber diesem etwas gemildert.

Datum	1933	13. III.	21. IV	27. IV.	2. V.	2. VI.	5. IX.	17. VIII. 34
Zeit		10^{40}—11^{40}	11^{30}—12	10^{15}	10	15	10	9^{40}
Tannenwald	Lufttemp.	+1,0	+4,5	+10,0	+12,5	+17,0	+14,0	+16,0
	Bodentemp.	+3,0	+4,5	+ 7,0	+ 9,0	+10,0	+13,0	+13,0
Zeit		10^{40}—11^{20}	11^{10}—11^{15}	11^{30}	12	17	11	10^{10}
Fichtenwald	Lufttemp.	+2,5	+3,5	+11,0	+16,0	+19,0	+16,5	+16,5
	Bodentemp.	+3,0	+5,0	+ 6,5	+ 8,5	+ 9,5	+12,5	+13,0

Der Boden des Fichtenwaldes ist ziemlich unzersetzter schwarzer Humus, der sich 5 cm dick über dem lehmigen Sand (Schlamm) des alten Waldbodens auflagert. Am Hange nebenan dagegen ist ein lockerer sehr steiniger Sandboden, der dem der Tannenwälder ähnlich ist. Die Azidität des Humus ist pH = 5,0.

Ab) Die Bergahornwälder der oberen Stufe.

Eine interessante Facies der Eichen-Hainbuchenwälder bilden die in der oberen Buchenwaldregion in feuchten Dobeln und an Bächen vorkommenden Bergahornwälder. Ahornwald am Rehhagsattel beim Kybfelsen: Höhe 670 m, Exp. Nord, Neigung 30°, Boden Urgestein (Gneis), steinig, feuchter Dobel; Datum I. V. 1934.

Baumschicht: *Acer pseudoplatanus* 2, *Tilia grandifolia* 2, *Fraxinus excelsior* 2, *Fagus silvatica* +, *Abies alba* +.

Strauchschicht: *Acer pseudoplatanus* +, *Fraxinus excelsior* +, *Fagus silvatica* +, *Abies alba* +.

Staudenschicht: *Corydalis solida* 5,4, *Anemone nemorosa* 3, +, *Mercurialis perennis* 5, 3, *Paris quadrifolia* 2, 1, *Dryopteris filix mas* 4, +, *Ranunculus ficaria* 5, 4, *Asperula odorata* 2, 1, *Arum maculatum* 3, +, *Lamium galeobdolon* 3, 1, *Oxalis acetosella* 2, +, *Impatiens noli tangere* 4, +, *Polygonatum multiflorum* +, *Primula elatior* +, *Petasites albus* 4, +.

Da die Vegetation der Bergahornwälder (Aceretum pseudoplatanus) vorwiegend aus den Elementen der Eichen-Hainbuchenwälder (Querceto-Carpinetum) zusammengesetzt ist, vermute ich, daß die Ahornwälder, die in dieser oberen Bergregion ablösende Assoziation des Querceto-Carpinetums sind. Die von den Ahornwäldern besiedelten Standorte sind immer naß und feucht, und bestehen fast immer aus frischen Böden. Meist werden diese Standorte auch von Bächen durchflossen.

Ac) Die Buchenwälder des West-Südabfalls und der Vorberge des südlichen Schwarzwaldes.

Die Vegetationseinheiten des Buchenwalds dieses Gebiets sind so verschieden, daß ich bei ihrer Besprechung am besten gleich mitten in die Sache gehe und die Tabelle bringe.

1. Buchenwald auf der Hochfläche vom Ameisenbuck bei Liel (Markgrafschaft), Höhe 400 m, Exp. W-SW-S fast eben, Boden Jurakalk, Bodenprofil: kalkiger Lehm über Fels, Azidität pH = 5,5—6.0, Kronenschluß vollkommen geschlossen (5), ganz schattig und lichtarm. Andere Buchenwälder in der Nähe auf dem Fahrberg und dem Rüttenen (500—550 m) sind sehr artenarm, oft nur wenig mit *Anemone nemorosa* bewachsen.

2. Lichter Buchenwald am Waldrand beim Steineck bei Liel, Höhe 506 m, Exp. Ost und Süd, Neigung fast eben, Boden Jurakalk, kL, Größe der Assoziation 500 m², Größe der aufgenommenen Fläche 8 m², Kronenschluß nicht dicht geschlossen (4), licht. Datum der Aufnahme von 1) und 2): 3. V. 1934. Auf der nebenanliegenden stärker geneigten Fläche ist wieder eine artenärmere Flora mit *Asperula odorata* und einer sehr guten Buchenverjüngung.

3. Buchenwald am Schönberggipfel, Höhe 600 m, Exp. West, Neigung ca. 15—20°, Boden tertiäres Kalkgeröll, kalk. Lehm mit Geröll, Azidität pH = 6.0—6.5, Kronendach vollkommen geschlossen (5), schattig, lichtarm. Dat. 24. V. 1933.

4. Buchenwald an der Wiese am Schönberg, Höhe 500 m, Exp. eben, Boden Jurakalk (Dogger), Bodenprofil: humöser kalk. Lehm 0,5 cm über kalk. Lehm mit Geröll (Steine), Boden ziemlich grobkörnig und sandig; das alte Laub liegt noch bis zum Herbst ziemlich unzersetzt 0,5—1 cm dick auf dem Boden, Kronenschluß nicht ganz geschlossen (4), stellenweise geschlossener, Vegetationsbedeckung 80—90 %; Datum der Aufnahme: 9. VIII. 1932.

5. Tannenwald am Schönberg oberhalb des Jesuitenschlosses, Höhe 480 m, Exp. Ost, Neigung 20°, Boden Jurakalk (Dogger), Azidität pH = 6,5; Datum: 29. III. und 20. IV. 1933.

6. Tannenwald im Schönen Dobel im Welchental (bei der St. Wendelinkapelle), Höhe 600 m, Exp. Süd-Südost, Boden Urgestein (Gneis), sehr steinig, Bodenprofil humöser Sand 5 cm über Sand mit vielen Steinen, Azidität des Bodens unter *Polytrichum formosum* pH = 6,5—7,0, Kronenschluß nicht geschlossen (3—4), ziemlich licht; Datum 12. VIII. 1932.

7. Tannenwald am Kreuzkopf (Bodlesau), Höhe 450—480 m, Exp. NW-W, Neigung 15°, Boden Urgestein (Gneis), h. l. S. 2 cm über 1. S. m. G. (Steine), Azidität der Wurzelerde von *Impatiens noli tangere* pH 6,7, Kronenschluß fast geschlossen, etwas licht, Vegetationsbedeckung 100 %, Datum: 8. V. 1933.

8. Tannenwald beim Kunacker, Höhe 480 m, Exp. W-SW, Neigung schwach (— 10°), Boden Urgestein (Gneis), sehr steinig, Oberfläche humös, darunter Lehm. Sand mit Steinen, Azidität

pH = 5,5, Kronenschluß nicht geschlossen, ziemlich licht; Datum: 2. VII. 1934.

8.) Tannenwald oberhalb vom Kreuz bei Günterstal, Höhe 325 m, Exp. Ost, Neigung ca. 25°, Boden Urgestein (Gneis), sehr steinig und sandig, Azidit. pH = 5,5—6, Kronenschluß nicht geschlossen, ziemlich licht; Dat. 20. VII. 34.

10) Buchen-Tannenwald am Weg nach dem Kybfelsen oberhalb St. Valentin, Höhe 600 m, Exp. W, in einem flachen Dobel, Neigung —20°, Boden Urgestein (Gneis), sehr steinig, pH = 6,5, Kronenschluß nicht geschlossen (3), sehr licht. *Impatiens noli tangere* und *Mercurialis perennis* stehen truppweise beieinander. Die steinigen Stellen werden vorwiegend von *Impatiens noli tangere* besiedelt, die etwas tiefgründigeren Stellen von *Mercurialis perennis* und die tiefgründigsten von *Melica uniflora*. Datum: 2. VIII. 1932, 1933.

11) Buchenwald an Brombergsattel, Höhe 560 m, Exp. NW, Neigung 20°, Boden Urgestein (Gneis), sehr steinig, fast keine Bodendecke; Datum: 23. VI. 1933.

12) Tannenwald am Rehbrunnen an der unteren Bodlesau, Höhe 350 m, Exp. N, Neigung 25°, Boden Urgestein (Gneis), steinig, Bodenprofil humöser Lehm; Sand mit Geröll, 8—10 cm über lehm. Sand mit Geröll, pH 5,5, Kronenschluß geschlossen (5), aber es fällt immer Licht von der oben vorbeiführenden Waldfahrstraße herein. Vegetationsbedeckung 75%; Datum: 21. VI. 1933.

13) Tannenwald am Weg vom Giersberg (Kirchzarten) nach dem Holzeck, Höhe 600 m, Exp. W, fast eben, Boden Urgestein (Gneis), Bodenprofil Humus, 1 cm über humösem Sand; 8 cm über Sand mit vielen Steinen, pH = 5,0—5,5; Datum 28. VI. 1933. An Arten sind noch hinzuzufügen: *Frangula alnus,* klein +, *Rubus* spec., klein +, *Sorbus aucuparia* klein +; 29. VIII. 1934.

14) Tannenwald am Weg nach dem Gerstenhalm bei Biezighofen, Gewann am Birkle, Höhe 490 m, Exp. SW, Neigung schwach (5—10°), Boden Urgestein (Gneis). Einige große Eichen stehen als Ueberhälter im Wald; die Tannen sind zwar heute ebenso hoch wie die Eichen, sehen aber viel jünger aus. An Stelle dieses Tannenwalds stand früher wahrscheinlich ein Eichen-Hainbuchenwald; Datum: 27. VI. 1934.

15) Buchenwald am Rappeneck, Höhe 1000 m, Exp. West, Neigung 20—30°, Boden Urgestein (Gneis), sandig, sehr steinig; Datum: 18. VIII. 1932.

16) Tannenwald am Schauinsland oberhalb der Kohlerhau, Höhe ca. 1000 m, Exp. West, Neigung 20—30°, Boden Urgestein (Gneis), Oberfläche stark humös, sonst steinig, Azidität der Wurzelerde von *Festuca silvatica* pH 5,8, Kronenschluß nicht geschlossen, sehr licht, was auch durch die ihn umgebenden Kahlschläge hervorgerufen wird. Datum: 16. VI. 1933.

17) Buchenwald am Eselsbackenweg, Höhe 500 m, Exp. West, Neigung 25°, Boden Urgestein (Gneis), sehr steinig, fast keine

Bodendecke. Kronenschluß nicht ganz geschlossen (4), licht. Datum: 2. VIII. 1932.

18) Buchenwald oberhalb Rickenbach (Hotzenwald), Höhe 740 m, Exp. eben, Boden Urgestein (Gneis), das alte Laub lag am Datum der Aufnahme noch dick unzersetzt auf dem Boden. Bäume gleichalterig, hoch, Kronenschluß vollkommen geschlossen (5), sehr schattig und lichtarm. Am Waldrand Vorkommen von *Pteridium aquilinum, Rubus* spec., *Fraxinus excelsior.* Datum: I. VIII. 1934.

In unserem Gebiet treffen wir zwei Buchenwaldtypen an, die sich in ihrer Oekologie grundsätzlich unterscheiden: 1) den schattigen Buchenwald der Kalkvorberge mit der unbedingten Vorherrschaft von *Anemone nemorosa* und *Asperula odorata,* und 2) die lichten Buchen- und Tannenwälder des Westabfalls des Schwarzwalds. Während die Vegetation der unter 2) genannten Buchen- und Tannenwälder mit dem aus den verschiedensten Gegenden beschriebenen Fagetum silvaticae übereinstimmt, besitzen die schattigen Buchenwälder der Vorberge mit keinen dieser Fageten etwas Gemeinsames. Nur Rübel erwähnt sie in seinen „Pflanzengesellschaften der Erde", wobei er gleichzeitig hinzufügt, daß die Buchenwälder keine einheitliche Formation seien, sondern je nach Lage und Standort die verschiedensten Typen bildeten. Die Buchenwälder der Kalkvorberge gehören zu den schönsten Buchenwäldern, in denen die Buche ihr bestes Wachstum findet und nur wenige Pflanzen neben sich duldet. Alle in diesen Wäldern wachsenden Pflanzen sind typische Schattenpflanzen, die noch fähig sind, in der extremen Lichtarmut dieser Buchenwälder zu gedeihen. Eine weitere Folge dieser Lichtarmut ist die äußerst schlechte Zersetzung des alten Laubes und die Bildung eines Humus von saurer Reaktion. Die Bodenreaktion dieser schattigen Buchenwälder ist daher im Gegensatze zu denen des eigentlichen Fagetum silvaticae sauer. Die extremste Versauerung des Bodens tritt natürlich auf ebenen, ruhenden Böden ein, bei denen das Wasser schwer abfließt. Als Folge dieser Bodenversauerung treten azidiphile Arten auf wie *Deschampsia flexuosa, Vaccinium myrtillus, Oxalis acetosella* und *Polytrichum formosum.* In unserem Gebiet finden wir diese Ausbildung des Buchenwaldes in der Markgrafschaft auf ihren mit weiten Hochflächen versehenen niedrigen Bergen.

Aus dieser Landschaft habe ich aus dem Hochwald an der Landstraße zwischen Vögisheim und Feldberg noch eine weitere Aufnahme: Baumschicht aus verschiedenen Altersstufen zusammengesetzt: *Quercus* spec., *Fagus silvatica* vorherrschend, *Pinus silvestris* vereinzelt, *Carpinus betulus.* Staudenschicht: fast nur *Asperula odorata* und *Anemone nemorosa;* Vegetationsbedeckung 50—70 %, Boden feuchter, kalkiger Lehm.

Auch auf der Hochebene des Hotzenwaldes ist dieser Buchenwald zu Hause (Aufn. 18); nur ist in den Buchenwäldern dieser

Landschaft infolge der Niederschlagsmenge, die viel höher ist als in den Vorbergen (Segeten 1777 mm, Badenweiler 960), die Laubzersetzung noch viel schlechter (das Laub liegt mehrere Jahre dick und unzersetzt auf dem Boden); infolgedessen sind die Buchenwälder des Hotzenwaldes fast ganz staudenleer. Dagegen findet sich diese Buchenwald-Ausbildung am Schönberg nicht vor.

Der dieser Ausbildung am nächsten stehende Buchenwald am Schönberggipfel (Aufn. 3) unterscheidet sich davon ziemlich beträchtlich. Die Hauptursache dieser Abweichung wird in dem sehr steinigen, geneigten und infolgedessen nicht in Ruhe befindlichen Boden liegen. Aus diesem Grunde kann nämlich das unzersetzte und schlecht zersetzte Laub immer wieder heruntergeschwemmt werden. An den anderen Standorten am Schönberg tritt überall die *Melica-uniflora*-Facies auf (Aufn. 4 u. 5). Selbst ein junger Buchenwald an der Schönbergwiese weicht trotz einiger Ähnlichkeiten in seiner Flora von den schattigen Buchenwäldern der Markgrafschaft ab:

Junger Buchenwald an der Schönbergwiese: Bäume ca. 15 cm hoch, Höhe 450 m, Exp. West, Neigung —10°, Boden Jurakalk, Vegetationsbedeckung 50 %.

Baumschicht: *Fagus silvatica* 5, *Abies alba* 1.

Strauchschicht: *Fagus silvatica* +, *Abies alba* +, *Ilex aquifolium* +, *Acer campestre* +, *Tilia* spec. +, *Crataegus* spec. +.

Staudenschicht: *Hedera helix* 5,3, *Anemone nemorosa* 5,2 *Asperula odorata* 3,1, *Dentaria pinnata* 3,+, *Phyteuma spicatum* 5,+, *Viola Riviniana* +, *Polygonatum officinale* +, *Ajuga reptans* +, *Mercurialis perennis* +.

Moosschicht: *Hypnum cupressiformae* +.

Kleinere Pflanzen von Bäumen und Sträuchern: *Fagus silvatica* +, *Abies alba* +, *Quercus* spec. +, *Fraxinus excelsior* +.

Die Laubzersetzung ist hier besser als dort, was sicher auch von der geneigten Lage und dem steinigen Boden herrührt.

Im Gegensatz zu diesen schattigen Buchenwäldern der sauren Böden stocken die lichten Wälder der *Melica-uniflora*-Assoziation auf frischen, feuchten und milden Böden. In diesen Wäldern findet die Weißtanne (*Abies alba*) ihr bestes Gedeihen und kann sehr oft an die Stelle der Buche treten. (Fagetum silvaticae abietosum). Das Auftreten der Weißtanne ist auch mit eine Ursache dafür, daß diese Wälder lichter sind, als die der Markgrafschaft. Boden- und vegetationskundlich kann man diese lichten Wälder in zwei Facies gliedern: eine typische Facies und eine feuchtere Facies mit *Impatiens noli tangere*. Die für das Fagetum typische Facies besiedelt die kalkigen und trockneren Standorte, die Facies mit *Impatiens noli tangere* dagegen bewohnt mehr die feuchten und der Temperatur nach gemilderten Standorte (z. B. die Dobeln).

Es kann nicht gerade behauptet werden, daß die Pflanzengesellschaft des eigentlichen Fagetum silvaticae am Westabfall

häufig ist. Die Hänge sind in der Regel so steil und steinig, daß die Tannen- und Buchenwälder meistens sehr staudenarm oder staudenleer sind. Außerdem kommen verschiedene Tannen- und Buchenwälder vor, denen die charakteristischen Fagetum-Arten fehlen (Aufn. 12, 13, 14), wie überhaupt alle unsere Buchen- und Tannenwälder sich nicht durch Artenreichtum auszeichnen wie die des Schweizer und Badischen Juras.*)

Erwähnenswert ist der Tannenwald am Giersberg, der interessante Übergänge zum Fichtenwald zeigt; auch verjüngt sich die Fichte in diesem Walde gut. Es ist danach nicht ausgeschlossen, daß, während in der Freiburger Gegend der Klimax der azidiphile Eichenwald ist, in der Kirchzartener Gegend es unter den höheren Niederschlagsmengen der Fichtenwald ist. Genaueres darüber werde ich später noch sagen.

Die *Melica-uniflora*-Assoziation kommt nur bis zu einer Höhenlage von 750-800 m vor. In den Lagen von 800—1000 m kommen Buchen- und Tannenwälder vor, die mit keinen der bis jetzt besprochenen Typen etwas Gemeinsames haben (Aufn. 15, 16), aber auch nicht mit den nachher zu besprechenden azidiphilen Buchenwäldern, mit denen sie nur die Bodenreaktion und infolgedessen auch einige Arten gemeinsam haben.

Am Gerstenhalm habe ich einen Buchenwald kennen gelernt, der am besten noch dieser Gruppe zugeordnet wird.

Buchenwald beim Galgenkopf am Gerstenhalm: Höhe 760 m, Exp. Ost, Neigung 15—20°, Boden Urgestein (Gneis), Kronenschluß geschlossen. Schattig, lichtarm, gute Buchenverjüngung, Vegetationsbedeckung 100 %.

Baumschicht: *Fagus silvatica* 5, *Abies alba* +.

Staudenschicht: *Oxalis acetosella* 5, *Asperula odorata* 1—2, *Dryopteris filix mas* +. — 1 Exemplar einer kleinen Pflanze von *Acer Pseudoplatanus*.

Moose: *Hypnum cupressiforme* auf Baumstümpfen.

Ad. Die azidiphilen Buchenwälder und die Eichen-Buchenwälder: Querceto - Fagetum.
(Querceto-Carpinetum roboretosum Faber 1933.)

Neben den Vegetationseinheiten der eigentlichen Buchenwälder (Fagetum silvaticae) kommen in unserem Gebiet noch Buchenwälder vor, bei denen sich azidiphile Arten einfinden, die sonst im azidiphilen Eichenwald vorkommen. Damit stellen sie den Übergang zwischen den beiden Waldtypen dar und zeigen unzweifelhaft den Weg der Entwicklung an, den alle unsere Buchen- und Hainbuchenwälder wahrscheinlich bei ungestörter Entwicklung durchlaufen würden. Die Standorte der azidiphilen Buchen- und der Eichen-Buchenwälder liegen meist in den unteren Lagen auf

*) Nach einer mündl. Mitteilung von Herrn Dr. Oberdorfer, Bruchsal, kommen in den Eichen-Hainbuchenwäldern der Ebene in der Umgebung von Bruchsal mehr Fagetumarten vor, als in den Buchenwäldern des Schwarzwaldes. Die Arbeit von Herrn Dr. Oberdorfer wird in Kürze erscheinen.

leicht geneigten West-, Südwest- und Südhängen, die denen des azidiphilen Eichenwaldes ähnlich sind; sie kommen aber auch bis in einer Höhenlage von 600 m vor.

Meine Aufnahmen stammen von folgenden Standorten:

1. Buchenwald an der Waldstraße oberhalb Herdern bei Freiburg, Höhe 350 m, Exp. N—NW, Neigung schwach (5°), Boden Urgestein (Gneis), sandig; Datum: 7. V. 1934.

2. Eichen-Buchenwald unterhalb des Zähringer Kriegerdenkmals (Harbuck) am Weg zur Ladstatt, Höhe 300—350 m, Exp. West, Neigung 10°, Boden Urgestein (Gneis), Azidität: von der Wurzelerde von *Luzula albida* pH 5.0, von der Wurzelerde von *Hedera helix* pH = 6,5 (6—7), Vegetationsbedeckung 100 %; Datum: 17. IV. 1934.

3. Eichenwald am Weg nach dem Kybfelsen oberhalb St. Valentin, Höhe 600 m, Exp. SW, Neigung 20°, Boden Urgestein (Gneis), steinig, Azidität von der Wurzelerde von *Teucrium scorodonia* pH 5.5, Vegetationsbedeckung 100 %, Kronenschluß nicht geschlossen, licht. An einer Eiche ist eine prächtige Efeupflanze (*Hedera helix*). Dieser Standort und dessen Nachbarschaft ist ein Fundort von *Dentoria bulbifera*. Datum: 17. V. 1934.

Dieser wie der folgende Wald ähnelt den Buchenwäldern (Fagetum silv.) wie den von Faber beschriebenen Querceto-Carpinetum pubescentetosum.

4. Eichenwald am Schloßberg oberhalb des Burghaldenringes am Kanonenplatz, Höhe 360 m, Exp. S—SO, Neigung 20—30°, Boden Urgestein (Gneis), steinig, Azidität von der Wurzelerde von *Convallaria, Melica, Lonicera* pH = 5,0, Vegetationsbedeckung 80—100 %, Kronenschluß geschlossen, schattig, lichtarm. Datum: 26. V. 1934.

5. Hainbuchenwald am Wonnhaldesattel, unteres Ende des Waldes, Höhe 330 m, Exp. West, Neigung 5°, Boden Urgestein (Gneis), lehmiger Sand, Vegetationsbedeckung 100 %, Kronenschluß ziemlich geschlossen, lichtarm, schattig. Datum: 19. V. 1934.

Außer diesen Aufnahmen habe ich noch einige andere Wälder aufgenommen, die die Entwicklung noch besser deutlich machen. Am oberen Waldende am Wonnhaldesattel ist ein Eichenwald, dessen Bodenreifung gegenüber dem der Aufnahme 5 schon weiter fortgeschritten ist, und sich schon stark dem Quercetum medioeuropaeum nähert. Alle Buchenwaldpflanzen sind hier verschwunden.

Standort: am Wonnhaldesattel, Höhe 340 m, Exp. West, Neigung 5—10°, Boden Urgestein (Gneis), humöser lehmiger Sand, 10 cm über lehmigem Sande, 30 cm über Fels; der Fels verwittert leicht. Azidität pH 5,0, Vegetationsbedeckung 100 %; Datum: 19. V. 1934.

Baumschicht: *Quercus sessiliflora* 5, *Fagus silvatica* +, *Carpinus betulus* +, *Abies alba* 1.

Strauchschicht: *Quercus sessiliflora* 1, *Fagus silvatica* 5, *Carpinus betulus* 1, *Abies alba* 1, *Castanea vesca* +, *Prunus avium* +.

Staudenschicht: *Deschampsia flexuosa* 3, *Melampyrum pratense* 5, *Hieracium auricula* 3, *Luzula silvatica* 5, *Luzula albida* 5, *Anemone nemorosa* 3,

Keimlinge und kleine Pflanzen von Bäumen und Sträuchern: *Fagus silv.* 3, *Querc. sessilifl.* 5, *Carp. betulus* +, *Abies alba* +.

Moosschicht: *Polytrichum formosum* 2, *Hypnum* 1.

Ein ähnliches Bild zeigt ein wenig ausgedehnter Buchenwald an der oberen Bodlesau: Höhe 410—420 m, Exp. W—SW, Neigung 20—25°.

Baumschicht: *Fagus silv.* 5, *Querc. sessilifl.* +, *Carp. bet.* +, *Ab. alba* 1, *Pin. silv.* +.

Strauchschicht: *Fag. silv.* 3, *Ab. alb.* 1, *Querc. sessilifl.* +, *Cast. vesca* +, *Ilex aquif.* 1.

Staudenschicht: *Luzula silvatica* 5,3, *Deschampsia flexuosa* 5,1, *Lathyrus montanus* 1,1, *Anemone nemorosa* +, *Hieracium* spec. 3,1, *Luzula albida* 4,2, *Veronica chamaedrys* +, *Hedera helix* +, *Genista germanica* (klein) +, *Teucrium scorodonia* 2,+,

Moosschicht: *Hypn. cupressif.* 3,+, *Polytr. formosum* 4,1, *Cladonia* spec. 2,+.

Kleine Pflanzen von Bäumen und Sträuchern: *Ab. alb.* 2,+, *Fag. silv.* 4,+, *Querc. sessilifl.* +.

Die Buchenwälder bei Emmendingen zeigen aber noch viel schöner die Entwicklungsstadien vom Buchenwald zum Klimax unseres Gebietes, dem azidiphilen Eichenwald (Quercetum medioeuropaeum) an.

Standort bei Emmendingen an der Gebrannten Eiche: Höhe 350 m, Exp. West fast eben ½ (sehr leicht geneigt), Boden Muschelkalk, Kronenschluß nicht ganz geschlossen, Vegetationsbedeckung 90—100 %; Datum: 20. VIII. 1934.

Baumschicht: *Querc. Rob.* 2, *Fag. silv.* 3, *Carp. bet.* 2, *Pic. exc.* +, *Ab. alb.* +.

Strauchschicht: *Frax. exc.* +, *Crataegus spec.* +, *Fag. silv.* +.

Staudenschicht: *Ox. acetosella* 5,5, *Lamium galeob.* 5,3, *Hed. helix* 4,+, *Milium eff.* 1,+, *Aspid. filix mas* 2,+, *Polygonatum multifl.* +, *Hieracium* spec. +, *Anem. nemor.* +, *Asper. odor.* 1,4, *Circ. lutet.* 2,+, *Viola silv.* +, 1, *Ajuga reptans* 1,+, *Carex silvatica* +.

Moosschicht: *Hypn. cupressif.* auf Baumstümpfen +, *Polytr. formosum* +.

Keimlinge und kleine Pflanzen von Bäumen und Sträuchern: *Fag. silv.* 1,+, *Querc. Rob.* 2,+, *Ab. alb.* +, *Acer* spec. 1,+, *Frax. exc.* +. *Asper. odor.* findet sich nur an der tiefsten liegenden Stelle vor, die etwas feuchter als der übrige Waldboden ist.

Die in den Emmendinger Vorbergen auf Buntsandstein vorvorkommenden lichten Buchenwälder ähneln schon ganz dem Klimax-Endstadium, dem azidiphilen Eichenwalde. Ihr Stauden- und Mooswuchs besteht aus folgenden Arten: *Luzula pilosa, L. albida, Melamp. prat., Hypn. cupressif., Polytr. formosum, P. commune, Leucobryum glaucum,* dazu kommen an einigen Stellen noch *Vacc. myrt.* und *Call. vulg.* vor.*)

In der Literatur wird der azidiphile Buchenwald nur von Libbert 1933 aus der nördlichen Neumark und von Faber 1933 aus der Umgebung von Kirchheim-Teck und von Tübingen erwähnt; die aus diesen Gegenden beschriebenen Wälder stimmen in großen Zügen mit den unserigen überein.

Mit der Beschreibung der Buchenwälder auf dem Buntsandstein der Emmendinger Vorberge bin ich nunmehr bei den Wäldern des Quercion-Verbandes angelangt.

B.) Die Wälder des Quercion-Verbandes.
(Quercion roboris-sessiliflorae-Verband).

Ba.) Der Azidiphile Eichenwald (Quercetum medioeuropaeum, Quercetum medioeuropaeum, Querceto-Betuletum.)

Leider ist heute der azidiphile Eichenwald durch die Forstwirtschaft auch in unserem Gebiete wie überall selten geworden. Trotzdem lassen meine vier Aufnahmen erkennen, daß er eine sehr einheitliche Assoziation ist. Der azidiphile Eichenwald kommt bei uns am Westabfall nur auf Urgestein und auf warmen S- und SW-Hängen bis ca. 500 m Höhe vor.

Die Aufnahmen stammen von folgenden Standorten:

1. Am Brombergfelsen, Höhe 500 m, Exp. SW—W, Neigung ca. 25°, Boden Urgestein (Gneis), Sand, sehr humös, pH = 5.5; ein Teil des Waldes (ungefähr die Hälfte, 100 %) ist geschlossen nur mit *Vaccinium myrtillus* bedeckt. Die Aufnahme

*) Faber beschreibt derartige Buchenwälder mit einer azidiphilen Flora aus der Tübinger Gegend (Schönbuch), die dort auch meist auf Stubensandstein vorkommen; er weist nach, daß diese Rotbuchenbestände meist künstliche Aufforstungen sind; in drei dieser Wälder fand er sogar noch sehr alte Eichen und Eichen-Birkenbestände als Reste der ursprünglichen Flora. Ob es sich auch bei den Buchenwäldern in den Emmendinger Vorbergen um künstliche Bestände handelt, weiß ich nicht; es ist aber meiner Ansicht nach nicht ausgeschlossen, da diese Landschaft durch die Forstwirtschaft seit altersher am stärksten und nachhaltigsten beeinflußt wurde. In den Emmendinger Vorbergen stehen auch die ältesten Fichtenwälder der unteren Lagen, die hier infolge der Bodenbeschaffenheit und der hohen Niederschlagsmengen (Keppenbach 1050 mm) ein vorzügliches Gedeihen finden. Ebenso sind in dieser Landschaft, der ehemaligen Markgrafschaft Hachberg schon sehr früh (Ende des 18. Jahrhunderts, Anfang des 19. Jahrhunderts) Lärchen angepflanzt worden.

Das gleiche gilt für die obere Markgrafschaft (Markgräflerland) um Müllheim und Badenweiler). Der Buchenwald der Aufnahme 1 der Buchen- und Tannenwälder muß künstlich als Kahlschlagsform entstanden sein, da die Lärchen, die hier gut wachsen, nur bei vollem Lichtgenusse gedeihen können.

stammt von den übrigen Stellen, deren Vegetationsbedeckung kaum 40—50 % ist. Der Wald ist durch den Weg stark von Menschen beeinflußt. Bäume ziemlich krüpplig.

2. An der Bodlesau, Höhe 450 m, Exp. SW, Neigung ca. 25° Boden Urgestein (Gneis) Sand, steinig, sehr humös, pH = 5.5; die Bäume sind durch die hier auftretenden Winde ziemlich niedrig und krüpplig; Kronenschluß fast ganz geschlossen, lichtarm, schattig. Vegetationsbedeckung 90—100 %. Längs des Waldes ist ein Kahlschlagstreifen, auf dem gewöhnliche Kiefern, *Pinus silvestris*, angepflanzt sind. Sonst ist der Kahlschlag bewachsen mit *Fagus silvatica* (Buschform), *Quercus sessiliflora* (Stockausschläge), *Betula alba* (niedrige Bäume), *Abies alba* (kleine krüpplige Pflanzen, von denen einige abgestorben sind), *Calluna vulgaris, Rubus* spec.; *Rubus idaeus, Genista pilosa, Deschampsia flexuosa, Hieracium* spec., *Luzula campestris, Teucrium Scorodonia, Hypericum perforatum, Veronica chamaedrys* und verschiedene kümmerliche Flechten und Moose. Azidität: pH der Wurzelerde von *Calluna* vulgaris = 6,1, pH der Erde unter den Flechten = 5,9. Das erste Verwitterungsprodukt des Felses ist schon ähnlich sauer (ca. 5,5). An diesen Kahlschlag grenzt ein junger Fichtenwald, in dem Riesenpolster von *Leucobryum glaucum* vorkommen.

3) Wald oberhalb Zähringen am Weg zur Zähringer Burg, Gewann Zinswald, Höhe 340—350 m, Exp. Süd, Neigung ca. 10°, Boden Urgestein (Gneis), Kronenschluß geschlossen, sehr schattig, lichtarm, Vegetationsbedeckung 100 %. Folgende Arten, die an einer danebenliegenden Stelle wachsen, sind noch hinzuzufügen: *Anemone nemorosa, Prenanthes purpurea, Hedera helix, Lonicera periclymenum.* Azidität pH = 5,0—5,5. Datum: 25. IV. 1934.

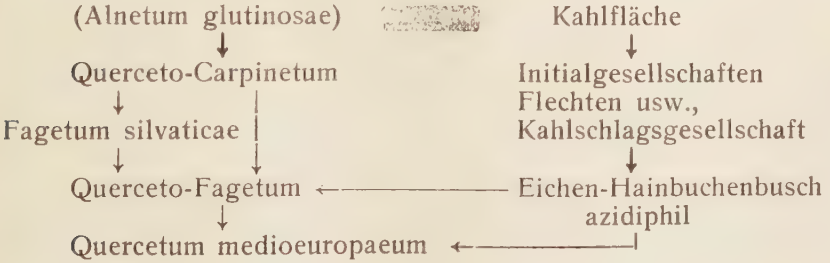
4) Wald am Steinbruch bei Au (bei der Geflügelfarm), Höhe 300 m, Exp. Süd, Neigung —5°, Boden Urgestein (Gneis), Bodenprofil: humöser, lehmiger Sand, 10 cm über lehmigem Sande bis 50 cm, pH = 5,0, Vegetationsbedeckung 100 %, Kronenschluß nur teilweise geschlossen, teils licht, teil schattig. Folgende in der Lichtung wachsende Pflanzen sind nachzutragen: *Frangula alnus* 1, *Pteridium aquilinum* +, *Ajuga reptans* +, *Teucrinum scorodonia* +, *Epilobium angustifolium* +, *Molinia coerulea, Genista pilosa* +, *Castanea vesca* +. Datum: 5. IV. 1934.

In der Literatur ist der azidiphile Eichenwald schon mehrfach beschrieben worden, so von Issler aus den Vogesen, von Braun-Blanquet aus dem Schweizer Jura und dem Schweizer Mittelland, von Sleumer vom Kaiserstuhl, von Faber aus dem Schönbuch bei Tübingen und von Libbert aus der Neumark. Die aus den verschiedensten Gegenden beschriebenen Eichenwälder sind alle untereinander sehr ähnlich und gleichen auch meinen untersuchten Eichenwäldern. Die große Ähnlichkeit aller dieser Eichenwälder macht es wahrscheinlich, daß das Quercetum medioeuropaeum der Klimax eines großen Teiles Mitteleuropas ist. Bei uns

am Westabfall des südlichen Schwarzwaldes bildet der azidiphile Eichenwald wahrscheinlich den Klimax bis in eine Höhenlage von 600—700 m. Der Eichenwald am Weg zum Kybfelsen oberhalb St. Valentin nämlich beweist, daß auch in diesen Höhenlagen die Entwicklung der Wälder zum Quercetum medioeuropaeum geht. Dagegen ist in der Region zwischen 700—1000 m der Eichenwald sicher nicht der Klimax, da die Eiche in diesen Höhenlagen nicht mehr sehr lebensfähig ist. Als wärme- und lichtbedürftiger Baum gedeiht die Eiche nur noch kümmerlich und bildet nur Krummholzbäume. Welche Assoziation zwischen 700—1000 m den Klimax bildet, ist ungewiß; aber die Luzula-silvatica-Buchenwälder dieser Region lassen erkennen, in welcher Richtung bei ungestörter Entwicklung, (was hier oben infolge des steinigen Bodens und der steilen Hänge selten ist), sie sich bewegen. Es ist wahrscheinlich, daß *Vaccinium myrtillus* bei fortgeschrittener Bodenreifung stärker auftreten wird.

Auf jeden Fall kann auch der *Luzula-silvatica*-Buchenwald dieser Region eine edaphisch bedingte Dauergesellschaft sein; ebenso wie der *Melica-uniflora*-Buchenwald der unteren Region an den kühlen und feuchten Nordhängen oft eine solche Dauergesellschaft sein kann.

Das Schema der Sukzession der Wälder der Freiburger Umgebung in der unteren Region bis 600 m kann nach dem bisher Gesagten wie folgt angegeben werden:



Da die erste Verwitterungskrume des Gesteins schon sauere Reaktion besitzt, siedeln sich sofort nach den Flechten azidiphile Arten an, wie es auch der Kahlschlag neben dem Eichenwald an der Bodlesau zeigt. Unter diesen Arten gibt es auch manche Eichenwaldarten. Bald darauf erscheint der Eichenbusch, der in kurzer Zeit fast alle Pflanzen unterdrücken kann. Der Uebergang vom Eichenbusch in den azidiphilen Eichenwald erfolgt dann allmählich gemäß dem Wachstum der Eiche. Diese soeben beschriebene Sukzession wird für die warmen Süd- und Südwesthänge die Regel sein. Der Buchenwald kommt im allgemeinen nur an gemilderten feuchten Standorten vor; an manchen dieser Standorte kann er eine edaphisch bedingte Dauergesellschaft sein.

Erwähnenswert ist noch ein Tannenwald in der Nachbarschaft des Eichenwaldes am Brombergfelsen, der sich durch seinen Moosreichtum auszeichnet.

Beschaffenheit des Standortes: Höhe 570 m, Exp. SW—W, Neigung ca. 20—30°, Boden Urgestein (Gneis), sehr steinig, geringe Bodendecke, Vegetationsbedeckung 90—100%; die Moose sind besonders schön im Herbst, Winter und Vorfrühling entwickelt.

Baumschicht: *Abies alba* (schöne Bäume), *Quercus sessiliflora* (an nicht windgeschützten Stellen krüpplig), *Pinus silvestris*.

Strauchschicht: *Ab. alb.* 3, *Querc. sessilifl.* +, *Fag. silv.* +.

Staudenschicht: *Deschampsia flexuosa* 5, 1, *Calluna vulgaris* +.

Keimlinge und kleine Pflanzen von Bäumen: *Ab. alb.* +, *Pin. silv.* +.

Moosschicht: *Dicranum scoparium* 5, 4, *Pleurosium Schreberi* 2, +, *Hylocomium splendens* +, *Cladonia* (Krustenflechte) 2, 1, verschiedene unentwickelte *Cladonia*-Arten 4, 1, *Stereocaulon coralloides* +, *Polytrichum formosum* +.

Dieser Tannenwald zeigt, daß in einem ungünstigeren Klima die Eiche in ihrer Assoziation durch einen anderen Baum (in unserem Falle durch die Tanne) ersetzt wird.

Bb) Übergang des Querceto-Lithospermetum zum Quercion roboris-sessiliflorae (Faber 1933).

Neben den azidiphilen Eichenwäldern kommt bei uns im Schwarzwald noch ein merkwürdiger Eichenwaldtypus vor, der wenig mit jenem gemein hat. Ich habe ihn an zwei Standorten gefunden, die beide gegen die obere Grenze der Eiche liegen. Die Eichen dieser Wälder sind durchweg sehr kümmerlich und niedrig gewachsen; ebenso zeigen die anderen Bäume keinen schönen Wuchs. Der Boden ist an beiden Standorten außerordentlich steinig und unfruchtbar und die Bodendecke ist sehr gering entwickelt.

Die zwei Aufnahmen stammen von folgenden Standorten:

1. Eichenwald am Solacker, Höhe ca. 720 m, Exp. Süd, Neigung 20—30°, Boden Urgestein (Gneis), sehr steinig und grobsandig, Bodendecke sehr gering; Bäume höchstens 8—10 m hoch (5 m hoch), aber alt, krüpplig, ziemlich weit auseinander stehend, Kronen schlecht entwickelt, Kronenschluß nicht geschlossen, sehr licht. — Datum: 1. V. 1934.

An Arten sind noch hinzuzufügen: *Poa nemoralis, Galium silvaticum, Rosa canina.* — Datum: 16. VI. 1934.

2. Eichenwald am Weg von Himmelreich nach der Nessellache, direkt oberhalb der Felsen an der Eisenbahn bei Falkensteig, Höhe 600 m, Exp. Süd, Neigung 20—25°, Boden Urgestein (Gneis), sehr steinig, geringe Bodendecke, aber

mehr wie am Solacker, pH = 5,0. Vegetationsbedeckung 75—80 %, Bäume ca. 6—8 m hoch, aber noch jung. — Datum: 23. V. 1934.

In der Nachbarschaft dieses Waldes bei Falkensteig kommt noch ein lichter Eichenhochwald vor: Bodenbeschaffenheit: Höhe 675 m, Exp. Süd, Neigung 25°, Boden Urgestein (Gneis), sehr steinig.

Baum- und Strauchschicht: *Quercus sessiliflora* vorherrschend, *Fagus silvatica, Abies alba, Picea excelsa, Pinus silvestris, Sarothamnus scoparius, Larix decidua, Sorbus aria.*

Staudenschicht: *Luzula albida, Anthox. odor., Vacc. myrt., Leth. mont., Hier. auricula, Deschampsia flexuosa* (diese Arten vorherrschend), *Prenanthes purp., Melamp. prat., Asper. od., Gal. silv., Frag. vesca, Vincetoxicum officinale* in der Lichtung.

Die Umgebung dieser beiden Wälder bei Falkensteig ist mit staudenlosen Tannenwäldern bestockt. Die Bodendecke dieser Tannenwälder ist besser als die der Eichenwälder; es ist daher wahrscheinlich, daß sie bei fortschreitender Verwitterung des Bodens in Tannenwälder übergehen werden. Ob es sich aber bei diesen Eichenwäldern um natürliche Wälder handelt oder um ehemals durch die Kultur bedingte (Schälwälder, ehemaliger Niederwald mit einer periodischen Umtriebszeit), ist ungewiß. Es ist möglich, daß infolge ihrer ungebrochenen Reproduktionskraft und ihrer Anspruchslosigkeit die Eiche als einer der ersten Bäume den Fels als Busch besiedeln kann. Heute werden diese Wälder vernachlässigt, und die Forstwirtschaft bemüht sich, sie in Nadelhochwälder überzuführen.*)

C. Die Wälder der subalpinen Region des Westabfalls des südlichen Schwarzwaldes über 1000 m.

Zwei Waldtypen kommen in der subalpinen Region vor: Ca) der subalpine Buchenwald (Fagetum silvaticae montanae

*) In früheren Zeiten sind die Eichenwälder als Schälwälder über ihre Höhengrenze hinaus gepflegt worden. Heute dagegen werden diese Wälder vernachlässigt, und die Forstwirtschaft bemüht sich, sie in Nadelhochwälder überzuführen. Andererseits gehört die Eiche, *Quercus sessiliflora*, wie auch Faber (1933) angibt, zu den ersten Bäumen, die den Fels als Busch besiedelt, und die in den Buschwäldern auftritt. Vegetationskundlich erscheinen mir diese Eichenwälder als eine stark verarmte Facies der reich entwickelten Buschwälder der Südalpen (Tessin und Wallis, am Monte San Salvatore bei Lugano selbst beobachtet, Südtirol). Diese Buschwälder kommen in einer reichen Ausbildung noch in den Westalpen vor, so im Lauterbrunnental, woher Lüdi sie als Coryletum avellanae beschreibt. Aus Württemberg (aus der Tübinger Gegend) beschreibt Faber ähnliche Eichenwälder, die denen unseres Gebietes im Schwarzwald ähnlich sehen. Faber beschreibt sie als ein Übergangsstadium zwischen dem basiphilen Eichenbuschwald (Quercetum-Lithospermetum) und den azidiphilen Eichenwäldern, was auch für meine Wälder zutrifft. Gleichzeitig gibt er aber auch an, daß einer dieser Wälder einen Schälwald darstellt. Alle diese Buschwälder diesseits und jenseits der Alpen sind durch die Kultur stark beeinflußt, wenn nicht gar erst von dieser geschaffen; ich sehe aber keinen Grund, warum nicht auch der Pflanzensoziologe diese Wälder, die durch die Kultur eine so ähnliche Ausbildung erfahren haben, der gleichen Ordnung zuschreiben soll.

Issler, Adenostyletum albifrons - Fagetum silvaticae) und Cb) der Fichtenwald (Picetum excelsae), den ich im Zusammenhang mit den Nadelwäldern des Nadelwaldgebiets im Abschnitt II besprechen werde.

Ca) Der subalpine Buchenwald.

Der subalpine Buchenwald, wie Issler ihn auch aus den Vogesen beschreibt, kann nicht mehr als richtiger Wald bezeichnet werden. Die Bäume bleiben niedrig, ihr Wuchs ist kümmerlich, das Wachstum des Stammes geht mehr in die Breite als in die Höhe; Äste, Zweige und Blätter besonders der freistehenden Buchen sind zersaust, kurz die Bäume zeichnen sich durch Merkmale aus, durch die auch die Krummholzkiefer (*Pinus montana*) der Krummholzregion der Alpen auffällt. Wir haben hier die Krummholzregion des Westabfalls des südlichen Schwarzwaldes vor uns, denn dieser Wald bildet zusammen mit dem Fichtenwald auch die Wald- und Baumgrenze. Zunächst die Zusammensetzung dieser Wälder:

1. Buchenwald am Osthang des Schauinslands unterhalb des Gipfels, Höhe ca. 1200 m, Neigung 30—35°, Boden Urgestein (Gneis), humöser Lehm mit Geröll 10 cm über Lehm mit Geröll (Steine), sehr steinig, pH = 5,0, Bäume ca. 100 Jahre alt, aber klein (mittelgroß); Kronenschluß geschlossen, schattig.

Baumschicht: *Fagus silvatica* 5, *Acer pseudoplatanus* +.

Strauchschicht: *Rubus idaeus* +.

Hochstaudenschicht: *Athyrium filix femina* 5, *Aspidium dilatatum* +.

Staudenschicht: *Ath. fil. fem.* 1, *Aspid. dilatatum* +, *Rumex arif.* 5,2, *Adenost. albifr.* 5,1, *Ox. acetosella* 5,3, *Senecio nemorensis* +, *Pren. purp.* +, *Ran. aconitif.* +, *Lam. galeob.* 1,+.

Keimlinge und kleine Pflanzen von Bäumen und Sträuchern: *Fag. silv.* 5,1, *Ac. pseudopl.* +, *Rub. id.* 1,+.

Moosschicht: *Polytrichum formosum* 1, +.

Von anderen Standorten sind dieser Assoziation noch folgende Arten hinzuzufügen: vom Schauinslandgipfel: *Picea excelsa, Abies alba, Vaccinium myrtillus* (bedeckt oft 100 % den Boden); von ebenen und feuchten Standorten (am Weg zwischen dem Haldenköpfle und dem Wiedener Eck, beim Notschrei): *Mulgedium alpinum, Aconitum Napellus, A. Lycoctonum.* Die zwei *Aconitum*-Arten kommen längs der Bäche und an lichten Standorten vor; dort kann auch *Rubus idaeus* vorherrschen. Alle diese Arten kommen auch in manchen Fichtenwäldern der subalpinen Region vor; so z. B. *Adenostyles albifrons* am Haldenköpfle und am Rohrhardsberg, diese Art zusammen mit *Mulgedium alpinum* bei der Jägermatte am Feldberg. In den meisten dieser Fichtenwälder fehlt auch die Buche nicht.

Dagegen fehlen manchen Buchenwäldern der subalpinen Region diese Arten, wie die folgenden Aufnahmen es beweisen:

1. Buchenwald am Rothecksattel (Hinterwaldkopf): Höhe 115 m, Exp. Nord, Neigung 30—40°, Boden Urgestein (Gneis), sehr steinig, Bodendecke gering; Kronenschluß nicht überall geschlossen, teilweise licht. — Datum: 28. VI. 1933.

Baumschicht: *Abies alba, Fagus silvatica* (teilweise krüpplig und knorrig), *Picea excelsa, Acer pseudoplatanus, Sorbus aucuparia.*

Strauchschicht: *Fag. silv., Ab. alb., Pic. exc., Samb. racem.*

Staudenschicht: *Vacc. myr., Ox. acetosella, Desch. flex., Luz. alb., Rub. idaeus, Athyrium fil. fem., Pren. purp., Sen. nemorensis, Solid. virg. aur., Hier.* spec., *Veronica cham., Agrostis vulg.*

Moosschicht: spärlich *Polytr. formosum, Hylocomium splendens.*

Epiphyten: *Hypnum cupressiforme* an den Ahornen und Buchen, *Usnea barbata* und andere Flechten mehr an Nadelbäumen.

2. Buchenwald oberhalb St. Ulrich bei der Eduardshöhe, Höhe 890 m, Exp. W—NW, Neigung 30°, Boden Urgestein (Gneis), sehr steinig, humös, Kronenschluß nicht ganz geschlossen, ziemlich licht, mit Lichtungen innerhalb des Waldes; Vegetationsbedeckung 90—100%; Datum: 7. VIII. 1934.

Baumschicht: *Fag. silv.* 4, *Ab. alb.* 1, *Ac. pseudopl.* +.

Strauchschicht: *Fag. silv.* 5, *Ab. alb.* 1, *Rub. id.* +.

Hochstaudenschicht: *Athyrium filix femina* 3—4.

Staudenschicht: *Ox. acetosella* 5, 5, *Imp. nolitangere* 5, 1, *Petas. alb.* 4, +, *Aspid. fil. mas* +, *Athyr. fil. fem.* 2, +, *Pren. purp.* +, *Lamium galeob.* 1, 1.

Keimlinge und kleine Pflanzen von Bäumen und Sträuchern: *Fag. silv.* 4, +, *Ab. alb.* 2, +, *Rub. id.* 1, 1.

Moosschicht: *Hypnum cupressif.* auf Holzstücken, Moos 1, 1.

Epiphyten: *Hypn. cupress.* auf der Wetterseite der Bäume.

Dieser letztere Buchenwald zeigt entsprechend seiner Höhenlage Übergänge zum Buchenwald der unteren Region; er gehört vielleicht auch mehr diesem Typus an.

In der Literatur ist der subalpine Buchenwald von Issler aus den Vogesen beschrieben worden; er erfährt dort die gleiche Ausbildung wie bei uns im Schwarzwald. Dagegen kommt dieser Buchenwald im Schweizer Jura nach der Beschreibung von Braun-Blanquet nicht vor; *Adenostyles albifrons* kommt in den höheren Lagen des Schweizer Juras wohl vor, aber nur als Begleitart des gewöhnlichen *Melica-uniflora*-Buchenwaldes (Fagetum silvaticae praealpino-jurassicum). Dagegen sollen in den Westalpen ähnliche Buchenwälder mit *Adenostyles albifrons* und *Athy-*

rium filix femina vorkommen (Lösch mündlich). Sehr nahe steht der subalpine Buchenwald den von verschiedenen Schweizer Autoren beschriebenen Hochstaudenfluren (Adenostylet. alliariae = *A. albifrons*), die auch bei uns im Schwarzwald vorkommen. Diese Hochstaudenfluren des Schwarzwaldes sind besonders charakteristisch für die Vegetation der Quelldobeln an der Baumgrenze (Feldberg, Herzogenhorn, Stübenwasen, Belchen). Die charakteristischen Arten dieser Hochstaudenfluren sind verschiedene Farnarten, darunter *Athyrium filix femina* und *A. alpestre, Adenostyles albifrons, Mulgedium alpinum, Aconitum napellus, Aconitum lycoctonum, Petasites albus* und *Lilium martagon*. Beide Assoziationen, der subalpine Buchenwald und die Hochstaudenfluren, haben das Gemeinsame, daß sie nahe wie auch unmittelbar an der Baumgrenze vorkommen.

Interessant ist übrigens auch der Übergang des subalpinen Buchenwaldes in die Matten an der Baumgrenze. Meine Aufnahme hierzu stammt aber nicht von der natürlichen Baumgrenze, die am Schauinsland nicht erreicht wird, sondern von einer vom Menschen geschaffenen künstlichen Baumgrenze.

Standort: Am Schauinsland im hintersten Kapplertal direkt am Gipfel. Höhe 1250 m, Exp. N—O, Neigung stark, Boden Urgestein (Gneis), steinig.

Strauchschicht (Krummholzschicht): *Fag. silv., Pic. exc., Sorb. aucup.*

Staudenschicht: *Vacc. myrt.* (stark vorherrschend), *Desch. flex., Meum atham., Hier.* spec., *Ath. fil. fem., Ran. aconitif. Luz. alb., L. camp., Carex* spec., *Potent. silv., Aden. albifr., Rum. arif., Gal. sax., Anem. nemor., Rub. id.* (unter einigen größeren Krummholzbüschen am Walde).

Moosschicht: einige Moose.

Einige epiphytische Flechten (*Parmelia* spec.).

Zum Vergleich hierzu füge ich eine Aufnahme von einer nebenanliegenden Matte (Aufnahmefläche 4 m²): Exp. Süd, Neigung —5°. — *Vacc. myrt.* 5, 3, *Desch. flex.* 5, 5, *Potent. silv.* 5, 3, *Gal. sax.* 5, 1, *Antenn. dioeca* 5, 2, *Meum atham.* 1, 1, *Gymnad. alb.* 4, +, *Euphr. montana* 3, +, *Genista sagittalis* 4, 1, *Camp. patula* 1, +, *Hier.* spec. 1, +, *Gramineae* steril 5, 1, verschiedene Moose.

Nach der Besprechung der Vegetation dieser Buchenwälder komme ich nun zu der Frage, ob der subalpine Buchenwald und die damit verbundene Vegetationsumkehr natürlich oder künstlich ist. Es ist nämlich im südlichen Schwarzwald wie in den Vogesen eigenartig, daß über einer Region mit vorherrschenden Tannenwäldern (600—1000 m) reine Laubwälder vorkommen. Auf allen Gipfeln des Herzogenhorns, der Spießhörner, des Farnberges und des Rechbergs (an der Grenze des Nadelwaldgebiets gegen das Laubwaldgebiet) kommen überall Buchenwälder vor, während unten im Tal von Menzenschwand und von Bernau reine Fichtenwälder sind. Diese eigenartige Vegetationsumkehr sucht nach einer

Erklärung. Zunächst einmal muß ich aber feststellen, daß über 1100 m nicht nur die Nadelbäume (Tanne und Fichte) schlecht gedeihen, sondern alle Bäume (auch Buche und Ahorn). Der Wuchs aller dieser Bäume ist krüpplig und knorrig. Dagegen gedeihen im Windschatten die Bäume, besonders die Nadelbäume (Tanne und Fichte), ziemlich gut (z. B. am Rasthaus und am Wachtfelsen am Schauinsland). In den Buchenwäldern gedeihen die Fichten und Tannen auch gut, aber ihre den Wald überragenden Spitzen sind windzersaust; diese Erscheinung ist besonders schön im Hotzenwald zu sehen.

Danach fragt es sich also, ob der subalpine Buchenwald eine natürliche Assoziation ist. Die Buchenwälder auf dem Schauinsland sind vor 100 Jahren angepflanzt worden, weil man damals für den Bergbau am Schauinsland Grubenholz brauchte (Pfefferkorn, Vortrag im bad. Landesverein f. Naturk. u. Natursch.); aber die prächtigen windzersausten Weidbuchen auf den Matten des Schauinslandes, der Halde und von anderen Standorten sind sicher ursprünglich, da sie als auf Viehweiden einzelstehende Bäume keinen wirtschaftlichen Wert haben. Und ich glaube auch nicht, daß man damals Buchen angepflanzt hätte, wenn sie nicht hier oben schon vorgekommen wären. Verschiedene Autoren glauben nun den Föhn für das Vorkommen der Buchenwälder verantwortlich machen zu können. Es wird darauf hingewiesen, daß zu Zeiten des Föhns und der Temperaturumkehr (also im Winter) die Buche entlaubt ist und infolgedessen der Austrocknung eher widerstehen kann als die immergrünen Nadelhölzer. Hierbei wird stillschweigend vorausgesetzt, daß die immergrünen Nadelhölzer (Tanne und Fichte) trotz des gefrorenen Bodens transpirieren können, während die Buche infolge ihrer Laublosigkeit dies nicht könnte. Im Gegensatz hierzu muß ich aber feststellen, daß erstens die Zahl der Nebeltage, der Regen- und Schneetage viel größer ist als der der Föhn- und Temperaturumkehrtage und zweitens die genannte Voraussetzung nach neueren Untersuchungen (Thren 1934, Michaelis 1934) nicht mehr richtig ist. Auf diese Frage werde ich im physiologischen Teile noch einmal zurückkommen. Erwähnen möchte ich nur noch, daß im schlimmsten Schweizer Föhngebiete, den Urner Reußtälern, an südexponierten Hängen und Flanken die Kiefer an Stelle der empfindlicheren Buche auftritt; im Windschatten dagegen gedeiht dort überall die Buche. Schmid und Oechslin glauben hierfür auch den Föhn verantwortlich machen zu müssen; dagegen sieht Lüdi im Föhnwinde neben der Flachgründigkeit des Bodens und der ungünstigen chemischen Beschaffenheit des Bodens, die an den steilen Sonnenhängen intensive Austrocknung mit sich bringt, nur einen der Faktoren, der, wie Lüdi sich ausdrückt, den Topf zum Überlaufen bringt. Wenn auch am Schauinsland der Boden sehr steinig ist, ist er doch nicht so schlecht, wie an manchen Stellen der Alpen; und außerdem liegt

der südliche Schwarzwald im Gegensatz zu den Urner Reußtälern nur in den letzten Ausläufern des Föhnes. Tatsache ist zwar, daß im Windschatten die Nadelhölzer viel schöner, als an den Wind exponierten Standorten aussehen. Aber auch der Osthang mit seinem schönsten Buchenwalde ist windgeschützt. Nach diesen Darlegungen wird also die Föhntheorie sehr unwahrscheinlich.

Es ist aber auch möglich, daß früher der Westabfall des südlichen Schwarzwaldes von unten bis oben mit reinen Laubwäldern bedeckt war und daß die Vegetationsumkehr künstlich erzeugt wurde, indem in den unteren Lagen die Tanne durch die Forstwirtschaft gefördert wurde; dagegen wurde in den oberen Lagen, wie wir gehört haben, die Buche bevorzugt und gepflegt. Hausrath schildert in seinen „Pflanzengeographischen Wandlungen der deutschen Landschaft", daß die Hänge des Belchens und des Blauens von unten bis oben mit Laubwald bedeckt waren. Als Unterlagen für seine Schilderungen benützt Hausrath Chroniken und alte Forstakten.

Sicher scheint mir aber zu sein, daß der subalpine Buchenwald entsprechend seiner nahen Verwandtschaft zu den Hochstaudenfluren nicht der Klimax der subalpinen Region ist. Der Klimax ist sicher der Fichtenwald, Piceetum excelsae. Die Böden der Fichtenwäldern am Haldenköpfle sind viel sauerer und nährstoffärmer als die der subalpinen Buchenwälder; die Bodenreifung steht den Böden der Fichtenwälder des Nadelwaldgebietes (am Rinken, Rohrhardsberg) in nichts nach. Dagegen kommen im subalpinen Buchenwalde noch manche mildere Böden bevorzugende Pflanzen wie *Lamium galeobdolon, Prenanthes purpurea, Senecio nemorensis* vor. Es ist auch ganz klar, daß die Bodenreifung an steilen steinigen Hängen wie dem Osthang am Schauinsland nicht so schnell fortschreiten kann wie auf ebenen Böden. Infolgedessen spricht alles dafür, daß der subalpine Buchenwald wahrscheinlich eine Uebergangsgesellschaft darstellt; dabei ist es auch möglich, daß er an steilen Hängen wie der Kapplertaler Wand als Dauergesellschaft edaphisch bedingt ist.

Damit hätte ich die vier Möglichkeiten zur Erklärung der Vegetationsumkehr klargelegt; hierbei ist die Föhntheorie ziemlich unwahrscheinlich, dagegen sind die drei anderen Erklärungsmöglichkeiten gleich vorstellbar und schließen sich nicht gegenseitig aus.

Cb) Die Fichtenwälder der subalpinen Stufe des Westabfalls.

Die Fichtenwälder des Westabfalls sind den Nadelwäldern des Hochschwarzwalds so ähnlich, daß sie im folgenden Kapitel D behandelt werden.

D) Die Nadelwälder der subalpinen Stufe des Westabfalls.

Das Nadelwaldgebiet liegt im Osten des bis jetzt besprochenen Laubwaldgebiets. Im Westen und im Süden wird das Nadelwaldgebiet durch die auf Seite ?? genannte Linie begrenzt; im Süden ist jedoch diese Angabe insofern nicht genau, als südlich dieser Grenze im Hotzenwald bis zum Steilabfall gegen das Rheintal am Eggberg neben Buchenwäldern Tannenwälder vorkommen, deren Vegetation ähnlich der der Nadelwälder ist. Im Folgenden werde ich deshalb die Wälder des Hotzenwaldes in diesem Kapitel anhangsweise besprechen. Im Osten wird der Nadelwald durch den Muschelkalk begrenzt; die Wälder der Baar und des Juras, Nadel- und Laubwälder, östlich dieser Grenzlinie sind alle laubwaldähnlich; sie werden infolgedessen besonders besprochen werden. Im Norden ist das Nadelwaldgebiet offen und geht allmählich in das Kiefernwaldgebiet zwischen Hornberg und Schramberg über, das aber in Bezug auf die Vegetation ähnlich dem des Nadelwaldgebiets ist. Durch diese Kiefernwälder findet das Nadelwaldgebiet des südl. Schwarzwalds seinen Anschluß an die ausgedehnten Nadelwaldungen des nördl. Schwarzwalds. Geologisch stocken die Nadelwälder im Westen auf Urgestein (Gneis und Granit) und im Osten auf Buntsandstein. Die Wälder des Buntsandsteingebiets sind infolge der starken Vernässung artenärmer als die des Urgesteins und zeigen an manchen Standorten Uebergänge zu Waldmooren; ebenso tritt hier infolge des nährstoffarmen Bodens die Kiefer häufig auf. Das Nadelwaldgebiet deckt sich ziemlich genau mit der Schwarzwaldhochebene; die Oberflächenformen sind meist eben oder nur schwach geneigt. Wenn auch an steileren steinigen Hängen Nadelwälder vorkommen, so ist es doch auffallend, daß an solchen Hängen gewöhnlich sofort der Buchenwald auftritt (Beispiele: im Höllental, am Hinterwaldkopf, am Seebuck, am Rohrhardsberg, am Eggberg). Hierbei tritt uns das gleiche Verhalten wie am Schauinsland entgegen: der Buchenwald am steilen Osthange, die Nadelwälder auf den ebenen und den leicht geneigten Flächen des Haldenköpfles. Die Nadelwälder nehmen eben auch mit nährstoffarmen sauren Böden vorlieb, während die Buche nährstoffreiche Böden liebt, die sie in diesem Gebiete mit hohen Niederschlägen nur an steileren Hängen findet.

Die Aufnahmen aus dem Nadelwaldgebiet stammen von folgenden Standorten*):

1. Nadelwald bei Obereschach nordwestlich von Villingen, an der Straße Obereschach—Mönchweiler, Gewann Harzer, Aufnahmefläche im südöstlichen an der Straße grenzendem Teile liegend, Höhe 740 m, Exp. eben, Boden oberer Buntsandstein,

*) Die hierzu gehörenden Tabellen sind im Archiv des botanischen Museums zu Berlin-Dahlem und im Botanischen Institut Freiburg i. Br. niedergelegt und können dort eingesehen werden.

Lehm, pH = ca 5,5, Moosdecke nicht ganz zusammenhängend, Vegetationsbedeckung 100 %; Datum: 10. VI. 1933. Jährliche Niederschlagsmengen an diesem Orte: 800 mm. Dieser Fichtenwald gehört dem artenreicheren Typus an.

2. Fichtenwald ebendort, Aufnahmefläche im nordwestl. Teile des Waldes liegend, Höhe 730 m, Exp. eben, Boden oberer Buntsandstein, etwas Humus über Lehm, pH = 5,0—5,5, Moosdecke ganz dicht zusammenhängend, Vegetationsbedeckung 100 %; artenarmer Fichtenwaldtypus, Beginn von Vermoorung; der Boden ist nährstoffärmer, sauerer und vernäßter als der Wald am südöstl. Ende, weil infolge der niederen Lage alles Wasser dorthin abfließt und stehen bleibt. Fichtenverjüngung gut, Tannenverjüngung schlecht; die jüngeren Tannen sterben allmählich ab.

3. Fichtenwald an der Martinskapelle am Weg nach dem Rohrhardsberg, Höhe 1000 m, Exp. West, leicht geneigt, Boden Urgestein (Gneis), oberste Bodenschicht Humus; an Arten sind noch hinzuzufügen: in Trupps zusammen vorkommend: *Polygonatum verticillatum* und *Lycopodium selago*. — Datum: 12. VII. 1933.

4. Fichtenwald an der Bankgallihöhe am Weg Hinterwaldkopf—Rinken, Höhe 1200 m, Exp. Nord, fast eben, schwach geneigt, Boden Urgestein (Granitporphyr), Humus 1—2 cm über humösem Lehm, mit vielen Steinen 10 cm über rotem Lehm mit vielen Steinen, pH vom hum. Lehm = 5,0, Moosdecke ziemlich dicht zusammenhängend, Vegetationsbedeckung 100 %. — Datum: 28. VI. 1933.

5) Nadelwald am Fürsatz, Höhe 1100 m, Exp. W, O, S, Neigung schwach und eben, Boden Urgestein (Gneis), humös, leicht vernäßt und nährstoffarm, Moosdecke dicht zusammenhängend, Moosschicht 5 cm tief über Humus, Vegetationsbedeckung 100 %. — Datum: 25. VII. 1933.

6) Nadelwald oberhalb St. Peter bei den Plattenhöfen, Gewann vorderer Hochwald am vorderen Willmen, Höhe 950 m, Exp. Süd, Neigung 5—10°, Boden Urgestein (Gneis), Moosschicht 2 cm über Humus, 4 cm über rotem Lehm, PH = 5,0—5,5, Moosdecke zusammenhängend, Vegetationsbedeckung 100 %. — Datum II. VII. 1933.

7) Fichtenwald am Mühlförte am Fußweg Neustadt-Friedenweiler, Höhe 940—950 m, Exp. S-SW, Neigung 10—15; Boden Urgestein (Granit), Moosschicht sehr dicht und dick, Moosdecke ganz dicht zusammenhängend, Vegetationsbedeckung 100 %. — Datum: 29. V. 1934.

8) Fichtenwald auf der Hochfläche an der Röthenbachallee zwischen Friedenweiler und Röthenbach, Gewann Schlichtmoos, Höhe 891 m, Exp. eben (teilweise sehr schwach nach Süden geneigt), Boden: Buntsandstein, ca. 30—40 humöse wenig zersetzte Torferde mit noch unzersetzten Moos -und Holzresten über humösem Sand 10 cm, über Sand mit Geröll

(Steine), pH von der Torferde = 5,0, Moosdecke ganz dicht zusammenhängend, Vegetationsbedeckung 100 %. — Datum: 29. V. 1934.

9) Fichtenwald direkt neben der Staatsbrauerei Rothaus, Gewann Amertsfelder Schachen, Höhe 971 m, Exp. eben, Boden Urgestein (Granit), sehr stark vernäßt, so daß zur Wasserableitung Entwässerungsgräben gezogen wurden. Humusschicht über 30 cm dick, pH = 4,5—5,0, Moosdecke dicht und unzusammenhängend, Vegetationsbedeckung 80 %, der Wald ist starken Eingriffen durch den Menschen ausgesetzt. Artenarmer Fichtenwaldtypus wie der vorige (8). — Datum: 14. VI. 1934.

10) Fichtenwald an der Straße Rothaus-Bonndorf, 1 km von Rothaus entfernt, Höhe 970 m, Exp. SO—S, Neigung eben, sehr schwach geneigt (5°), Boden Buntsandstein, nicht so stark vernäßt wie der vorige Wald bei Rothaus (9), Humus pH - 5,0, Moosschicht 2 cm dick, Moosdecke dicht zusammenhängend, Vegetationsbedeckung 100 %; artenreicherer Fichtenwaldtypus; *Polygonatum verticillatum* und *Majanthemum bifolium* kommen besonders nur in Trupps an lichteren Stellen vor. Verjüngung der Fichten (und Tannen) unterschiedlich (an lichten Stellen gut, an dunkleren Stellen schlecht). — Datum: 14. VI. 1934.

11) Fichtenwald an der Straße Rothaus—Bonndorf, bei der Abzweigung des Waldweges nach Bonndorf (Entfernung von Rothaus 3,5 km, von Bonndorf [Landstraße] 8,8 km, von Bonndorf [Waldweg] 5,5 km), Höhe 909 m, Exp. eben, Boden Buntsandstein, sehr stark vernäßt und vermoort; Kronenschluß nicht geschlossen, Bäume ziemlich weit voneinander stehend, ziemlich licht, der Wald stellt ein Übergangsstadium zum Moorwald dar. Verjüngung der Bäume schlecht. — Datum: 14. VI. 1934.

12) Fichtenwald am Haldenköpfle (Schauinsland), Höhe ca. 1200 m, Exp. West, Neigung fast eben, schwach abfallend (10°), Boden Urgestein (Gneis), Humus 3—5 cm über humösem lehmigen Sande, 35 cm über lehm. Sand, pH vom hum. lehm. Sand = 5,0, pH vom lehm. Sand = 6,0—6,5, Moosdecke ganz zusammenhängend, Vegetationsbedeckung 100 %, an den Bäumen Epiphythen, darunter *Usnea barbata*. — Datum 5. VII. 1934.

Es ist auffallend, daß die zwei artenreicheren Fichtenwälder an der Ostgrenze des Nadelwaldgebiets vorkommen, wo die durchschn. jährl. Niederschlagsmengen schon geringer werden. (Königsfeld 925 mm, Villingen 825 mm, Bonndorf 950 mm, Birkendorf 1050 mm). Aber gleichzeitig sehen wir, daß auch in diesem Gebiete der Boden an Standorten mit schwerem Abfluß leicht vernäßt und vermoort (Aufnahmen der Nadelwälder Nr. 2, II). Bei Rothaus (1,2 von dort entfernt) habe ich ein Waldmoor gefunden, bei dem die Vermoorung noch weiter fortgeschritten ist, obgleich sie noch relativ jung sein muß, da hier vier große prächtige Weißtannen vorkommen. Die Weißtanne braucht zu ihrem Wachstum nährstoffreichen Boden; infolgedessen dürfte während der Jugendzeit dieser Tannen das Moor noch nicht bestanden haben. Heute

werden sie mit ihren Wurzeln tief unter der Torfschicht in nährstoffreichere Schichten reichen, aber sie verjüngen sich natürlich nicht mehr. Ebenso ist heute die Verjüngung der Fichte schlecht. Die Aufnahme gibt folgendes Bild:

Moorwald am Älple bei Rothaus, Höhe 950 m, Exp. eben, sehr licht. Boden Buntsandstein.

Baumschicht: *Pic. exc.* 5, *Ab. alb.* +, *Pin. silv.* +.

Strauchschicht: *Picea excelsa* +.

Staudenschicht: *Vacc. myrt.* (vorherrschend), *V. vitis Idaea, V. ulig., Melampyrum silvaticum, Call. vulg., Erioph. vaginatum.*

Moosschicht: *Sphagnum* 3, *Hylocomium splendens* 4.

Epiphyten: sehr reichlich an den Bäumen, einige Flechtenarten, darunter *Usnea barbata.*

Dieses Waldmoor befindet sich in einem Regenerationskomplex; das Moor besteht nämlich aus Bulten und Schlenken wie die typischen Hochmoore.

Ebenso ist ganz in der Nähe von Rothaus auf ebenem Boden schon Moorbildung mit den gleichen Arten (den drei *Vaccinium*-Arten, *Eriophorum vaginatum, Melampyrum silvaticum)* eingetreten. Der Fichtenwald bei Rothaus (Aufnahme 9) würde auch vermooren, wenn nicht Entwässerungsgräben durch den Wald gezogen worden wären. Der Boden aller dieser Nadelwälder bewahrte unter der Moosschicht selbst nach der langen Trockenheit des Jahres 1934 immer noch genügend Wasser auf und fühlte sich immer feucht an.

Wenn nun im Innern solcher Waldmoore die nährstoffarme Torfschicht noch dicker wird, so verschwindet auch die Fichte, und an ihrer Stelle tritt die Kiefer auf. In solchen Waldmooren können vom Nadelwald bis an das Kiefernwaldmoor alle Übergänge verfolgt werden. Entsprechend der Nährstoffansprüche tritt zuerst die anspruchsvolle Tanne zurück, dann die anspruchslosere Fichte, die der sehr anspruchslosen Kiefer Platz macht. Ein Beispiel eines solchen Kiefernwaldmoores habe ich unterhalb Breitnau (oberhalb der Ravennaschlucht) in 950 m Höhe gefunden.

Boden Urgestein (Gneis), jährl. Niederschlagsmenge von Breitenau 1150 mm.

Aufnahme von innen nach außen (je 1 m² Aufnahmefläche):

1. Vollkommen im Moor liegend; Baumschicht: *Pin. silv.* 4, Strauchschicht: *Pin. silv.* 1.
2. An der äußersten Fichtengrenze (kleine Fichten).
3. 2 m näher dem Fichtenwald.
4. wie 3., dichterer Bestand von kleinen Fichten.
5. ca. 3—4 m weiter, an der Fichtenwaldgrenze.
6. 2 m weiter; innerhalb des Fichtenwaldes; Baumschicht: *Pic. exc.* 5, Strauchschicht: *Pic. exc.* 3; noch vermoorte Stellen, Moosschicht aber nicht so dick wie vorhin; Boden nährstoffreicher als vorhin. An einer Stelle der Aufnahmefläche ist der Boden nicht von Moosen bedeckt, weder von *Sphagnum* noch von *Hylocomium splendens.*

7. 2 m weiter.
8. 3 m weiter; *Sphagnum* nur noch an den tiefsten Stellen; Oberflächenform des Bodens sehr unregelmäßig mit Erhöhungen und Vertiefungen. Moosschicht dünn, Boden relativ nährstoffreich mit einer dicken Nadeldecke bedeckt; äußerstes Vorkommen der kleinen Weißtannen.
9. 2 m weiter; innerhalb des Fichten-Tannenwaldes; *Sphagnum* nicht mehr vorkommend; Boden: Humus, organische Bestandteile nicht vollkommen zersetzt, pH = 5,0, dichte Nadeldecke. Baumschicht: *Pic. exc.* 5, *Ab. alb.* +, Strauchschicht: *Pic. exc.* 2, *Ab. alb.* +.

Datum der Aufnahme: 20. VII. 1933.

Nummer der Aufnahme	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Vaccinium Myrtillus	5	—	4	5	5	4	5	5	4
V. Vitis Idaea	2	4	4	4	4	4	4	1	—
V. uliginosum	1	2	—	+	1	—	—	—	—
V. Oxycoccus	—	—	+	—	—	—	—	—	—
Eriophorum vaginatum	3	—	3	3	—	—	—	—	—
Melampyrum silvaticum	2	1	1	—	—	—	—	—	—
Calluna vulgaris	+	—	—	—	+	—	—	—	—
Keimlinge und kleine Bäume von *Picea excelsa*	—	—	1	—	—	—	+	—	1
Sphagnum spec.	5	5	5	4	1	5	3	+	—
Hylocomium splendens	2	3	1	3	5	1	4	—	—
Pleurozium Schreberi	—	—	—	—	—	—	—	5	5
Polytrichum strictum	1	5	3	+	+	—	—	—	—
P. formosum	—	—	—	—	—	—	—	—	2

Die Bodentemperaturen am gleichen Tage waren an verschiedenen Stellen dieses Waldmoores wie folgt:

20. VII. 1933. Zeit $13—13^{30}$

Himmel teilweise bedeckt, Sonnenbestrahlung abwechselnd stark und schwach; Lufttemperatur $+21{,}5^{0}$, windstill, in Wolkenhöhe Nordwind.

Nummer der Aufnahmefläche	1	2, 3	8
Charakter derselben	Kiefernwaldmoor	a. d. Fichtengrenze	Tannengrenze
Oberflächentemperatur			
Sonne	+32.0		
Halbschatten		+21.5	+21.5
Schatten	+24.0		
Bodentemperatur 5 cm	+15.5	+13.0	+13.5
„ 10—15 cm	+12.0	+11.5	+11.5
Unterschied von 0 zu B			
5 cm	9.0—8.5	8.5	8.0
„ „ 10 cm	12.0	10.0	10.0

Ähnlich sind die Bodentemperaturen auch bei den anderen Fichtenwäldern.

Harzer bei Obereschach bei Villingen; — Datum 10. VI. 1933. Regentag, ganz bewölkt, Boden ganz naß, zeitweise sehr schwache Sonnenbestrahlung.

	südöstlicher	nordwestlicher Waldteil
Nummer der Aufnahme	1	2
Zeit	10^{15}—10^{30}	11^{30}—11^{50}
Lufttemperatur	+ 11.0	+ 9.5
Oberflächentemperatur	+ 11.0	+ 11.0
Bodentemperatur		
5 cm	+ 8.5	+ 7.5
10 cm	+ 9.0	+ 7.5

Im Sommer ist im allgemeinen der Unterschied zwischen der Oberflächen- und der Bodentemperatur in den vermoorten und vernäßten Wäldern größer als in den gewöhnlichen Nadelwäldern. Die Ursache liegt darin, daß der nasse und vermoorte Boden sich nur sehr langsam erwärmt und daß die vernäßten und vermoorten Wälder viel lichter sind als die gewöhnlichen Nadelwälder, so daß die Oberfläche der Sonnenbestrahlung stärker ausgesetzt ist.

Wie ich schon oben bemerkt habe, kommen in einigen Fichtenwäldern auch Arten des subalpinen Buchenwaldes vor. Ein derartiger Wald zeigt die folgende Aufnahme:

Fichtenwald am Weg von der Martinskapelle nach dem Rohrhardsberg. Höhe 1000 m, Exp. Ost, Neigung 20°, Boden Urgestein (Gneis).

Baumschicht: *Pic. exc.* 5, *Ab. alb.* +, *Fag. silv.* 1.

Strauchschicht: *Sorbus aucuparia* 1, *Rubus idaeus* +.

Staudenschicht: *Aspid. dilatatum* +, *Vacc. myrt.* 5, *Desch. flex.* 1, *Pren. purp.* +, *Solid. virga aurea* +, *Rumex arif.* +, *Adenost. albifr.* +.

Moose spärlich vertreten; *Hypnum cupressiforme* nur auf Steinen, *Polytrichum formosum* nur an einer Stelle.

Die Verjüngung der Fichten und der Tannen ist gut; besonders gut ist sie an einer Lichtung, in der kein *Vaccinium myrtillus* vorkommt. Wahrscheinlich infolge des steileren Hanges ist die Bodenreifung in diesem Fichtenwald noch nicht so weit entwickelt; die Moosarmut beruht wahrscheinlich auf den gleichen Ursachen. Dieser Fichtenwald stellt ein Übergangsstadium zwischen dem subalpinen Buchenwald und dem Fichtenwald (Piceetum excelsae) dar.

Dagegen unterscheidet sich der Fichtenwald am Haldenköpfle (Aufnahme 12) vom Piceetum excelsae myrtilli in keiner Weise. Der Boden ist schon stark humifiziert bis in eine Tiefe von 35 cm, wobei die oberste Bodendecke bis 5 cm reiner Humus ist; die Azidität (pH) vom humösen lehmigen Sand ist 5 im Gegensatz zum lehmigen Sand (den ich einem Maulwurfshügel an der Ober-

fläche entnommen habe) mit einer Reaktion von 6—6,5. Ebenso ist die Moosdecke dicht und zusammenhängend. Aber der Boden ist infolge einer sehr schwachen Neigung (3—5°) trotz der hohen Niederschlagsmengen (Hofsgrund 1700—1800 mm) nicht vermoort und nicht stark vernäßt. Das Wachstum der Fichten und Tannen sowie die Verjüngung der Fichte ist gut. Alles dieses zeigt, daß das Piceetum excelsae der Klimax am Westabfall über 1000 m ist.

Interessant hierzu sind im Gegensatz die anderen Wälder am Haldenköpfle, die alle noch nicht so weit entwickelt sind.

Fichtenwald am Gipfel des Haldenköpfle, Höhe 1280 m, Exp. Nord, Neigung eben bis sehr schwach; ziemlich hohe Bäume, aber auch manche Baumleichen darunter.

Baumschicht: *Pic. exc.* 5, *Ab. alb.* +, *Fag. silv.* 1, *Ac. pseudopl.* +.

Strauchschicht: *Pic. exc.* 2, *Fag. silv.* +, *Sorb. aucup.* +.

Staudenschicht: *Vacc. myrt.* 5, 5, *Desch. flex.* 3, 3, *Athyr. fil. fem.* +, *Adenost. albifr.* +, *Hier.* spec. +, *Luz. albida* 2, 2, *Rum. arif.* +, *Polyp. vulg.* +, *Pren. purp.* +.

Kleine Pflanzen und Keimlinge von Bäumen: *Pic. exc.* +, *Ac. pseudopl.* +.

Moosschicht: *Hyloc. spl.* 5,5, *Dicr. scop.* +, *Polytr. form.* 2,2.

Epiphyten: *Parmelia*-Arten und *Usnea barbata* zahlreich.

Die Moosdecke ist zusammenhängend; *Athyrium filix femina* kommt meist in Trupps in den Lichtungen vor. Boden sehr humös. Die Buchen und auch einige Flechten sind krummholzartig und krüpplig.

Das gleiche Bild zeigt ein anderer Fichtenwald am Haldenköpfle, der etwas weiter unten im Windschutz gelegen ist.

Lokalität: Höhe 1270 m, Exp. Nord, eben bis schwach geneigt, licht, Bäume höher als vorhin, Wald aber lichter, keine Baumleichen.

Baumschicht: *Pic. exc.* 4, *Ab. alb.* 2, *Fag. silv.* +.

Strauchschicht: *Pic. exc.* +, *Ab. alb.* +, *Fag. silv.* +, *Sorb. aucup.* +, *Rub. id.* +.

Staudenschicht (4 m² Aufnahmefläche): *Vacc. myrt.* 5, 5, *Athyr. fil. fem.* +, *Luz. albida* +, *Festuca*? +, *Pren. purp.* 1, +, *Polyp. vulg.* +, *Adenost. albifr.* +.

Keimlinge von *Pic. exc.* zahlreich.

Moosschicht: *Polytr. formosum* und *Hyloc.* spec. gleich häufig vorkommend, anderes Moos untergeordnet vorkommend, *Athyrium filix femina* in Trupps vorkommend.

Am Haldenköpfle in der Nachbarschaft dieser Wälder kann beobachtet werden, daß *Rubus idaeus, Mulgedium alpinum, Athyrium filix femina* und *Adenostyles albifrons* die Lichtungen und Kahlschläge gegenüber dem schattigen Wald bevorzugen; dadurch zeigen alle diese Pflanzen ihre Zugehörigkeit zu den Hochstaudenfluren an.

Es ist wahrscheinlich, daß neben den obenerwähnten Faktoren die steilen Hänge mit dem lockeren steinigen Boden mit eine Ursache für den subalpinen Buchenwald als Dauergesellschaft ist. Am Hinterwaldkopf habe ich in einem ca. 70jährigen Fichtenwald, der an einem steilen Hang und auf lockerem steinigen Boden in 950 m Höhe gelegen ist, überhaupt keine Fichtenverjüngung beobachtet, während die Buchenverjüngung im benachbarten Buchenwalde und am Rande des Fichtenwaldes gut ist; dagegen ist die Fichtenverjüngung im Tannenwalde am Giersberg bei Kirchzarten (mit 2 oder 3 Fichten) auf ebenem, humösem sandigen Boden in 600 m Höhe sehr gut. Die Ursache dieses verschiedenartigen Verhaltens liegt wahrscheinlich darin, daß die kleinen leichten Fichtensamen nicht in den Boden eindringen und sich festsetzen können und infolgedessen mit dem lockeren sandigen steinigen Boden den Hang hinuntergeschwemmt werden; dagegen dringen die großen Bucheckern infolge ihrer Schwere tiefer in den Boden ein und sind daher weniger der Gefahr des Heruntergeschwemmtwerdens ausgesetzt. Die Fichten können sich also nur auf ruhenden festen Böden verjüngen. Ebenso verjüngt sich die Fichte auf den den Fichtenwäldern benachbarten steilen Matten, deren Böden infolge der geschlossenen Grasnarbe und der Moosdecke ebenfalls ruhend ist.

Neben dem bis jetzt beschriebenen Nadelwaldtypus des Piceetum excelsae myrtilli gibt es bei uns im südlichen Schwarzwald noch zwei andere Nadelwaldtypen, die aber weit seltener sind. Zunächst ist der grasreiche Fichtenwald (Piceetum excelsae herbosum) zu nennen, zu dem auch der Fichtenwald an der Martinskapelle (Aufn. 3) gehört. Aber auch im Schluchseegebiet kommen Wälder von diesem grasreichen Fichtenwaldtypus vor, die hier meist die Süd- und Südwesthänge bevorzugen. Die Wälder des Piceetum-excelsae-myrtilli-Typus besiedeln hier dagegen die Nord-, Nordwest- und Nordosthänge. Auch Oberdorfer (1934) erwähnt einen am Schluchsee vor der Stauung an einem Südwesthange vorkommenden Fichtenwald von diesem grasreichen Typus. Danach scheint es, daß der grasreiche Fichtenwald die mehr wärmeliebende Facies ist. Im Feldberggebiete in der Nähe des Feldsees kommen auf stark vertorften Böden vollkommen staudenlose Fichtenwälder vor, die von mit *Sphagnum* bewachsenen Moorgräben durchflossen werden. Diese Fichtenwälder sind die Standorte der seltenen *Pirola uniflora,* die im Schwarzwald nur im Feldberggebiet (nach Neuberger) und im Schluchseegebiet (Oberdorfer 1934) vorkommt.

Anhang) Die Wälder des Hotzenwaldes.

Anhangsweise bespreche ich nun die den Nadelwäldern sehr ähnlichen Wälder des Hotzenwaldes, der Landschaft südl. des Bernauer Tales.

Der Hotzenwald zerfällt vegetationskundlich in drei Regionen:

1. die Region des Buchenwaldes (Fagetum silvaticae abietosum) am Steilabfall nach dem Rheintale zu (300—700 m), der ähnlich wie die Buchen- und Tannenwälder des Westabfalls aussieht und den ich im folgenden deshalb nicht bespreche, 2. das Gebiet des eigentlichen Hotzenwales zwischen dem Eggberg einerseits und der Ödlandskapelle andererseits (700—800 m); das ist das Gebiet der Siedlungen mit den Hauptorten Rickenbach, Herrischried und Görwihl, das größtenteils gerodet ist und Kulturland (Wiesen, Kartoffeln, Hafer, Gerste und Roggen) trägt. Die hier übriggebliebenen Wälder gehören entweder dem staudenarmen Buchenwald an, den ich oben bei den Laubwäldern des Westabfalls besprochen habe, oder dem *Vaccinium-myrtillus*-Tannenwald, 3) das Waldgebiet der Höhenzüge zwischen der Oedlandskapelle einerseits und dem Farnberg und dem Rechberg andererseits (800—1200 m). Die Baumschicht dieser Wälder ist aus Fichte, Tanne und Buche zusammengesetzt, die alle drei in gleicher Häufigkeit auftreten. Vegetationskundlich schließen sie sich eng an das Piceetum excelsae myrtilli an; ihnen eigen ist aber eine unzusammenhängende und nur dünne Moosschicht. In den höchsten Lagen (am Farnberg 1200 m) treten reine und fast reine Buchenwälder mit dem gleichen Unterwuchs auf; die Buchen wie auch die anderen Bäume sind sehr krüpplig und krummholzartig wie die Bäume auf dem Schauinsland. Diesen Buchenwäldern, wie allen diesen Wäldern des Hotzenwaldes, fehlt aber die charakteristische Artenzusammensetzung des subalpinen Buchenwaldes auf dem Schauinsland.

Die Böden des Hotzenwaldes bestehen fast durchweg aus Urgestein (Gneis) und sind alle sehr steinig und grobkörnig.

Die vier Aufnahmen stammen von folgenden Standorten:

1) Gemischter Wald am unteren Farnberg, Höhe 1100 m, Exp. SW, Neigung 10°, Boden Urgestein (Gneis); Baumschicht aus verschiedenen Altersstufen bestehend; Moosschicht nicht ganz zusammenhängend, dünn; Vegetationsbedeckung 100 %; Epiphyten, Flechten, *Usnea barbata*. — Datum: 31. VII. 1934.

2) Gemischter Wald an der Murgtalstraße bei der Freilandkapelle, Höhe 1000 m, Exp. N—NO, Neigung 5—10°, Boden Urgestein (Gneis), sehr steinig, geringe Bodendecke, kein Humus; Baumschicht besteht aus schönen Bäumen; sehr starker epipherer Wuchs von *Hypnum cupressiforme* an den Buchen, nur schwach an den Tannen und Fichten, an diesen sind mehr Flechten; Größe der Aufnahmefläche ca. 75 m², Vegetationsbedeckung an dieser Stelle 100 %, keine zusammenhängende Moosschicht. — Datum: 31. VII. 1934.

3) Gemischter Wald am Aufstieg zur Oedlandskapelle, Gewann Sägetanne, am Waldrand gelegen, Höhe 970 m, Exp. N, Neigung 5—10°, Boden Urgestein (Granit); Baum-

schicht besteht aus verschiedenen Altersstufen, einige Bäume kümmerlich und krüpplig; Moosdecke vollständig unzusammenhängend, Moosschicht dünn; Boden humös, unter den Buchen stärker humös als unter den Nadelhölzern, pH = 5,5; der Staudenwuchs unter den Buchen ist etwas pflanzenärmer als unter den Nadelhölzern; Epiphyten: *Hypnum cupressiformae, Cetraria glauca, Parmelia furfuracea* und *Parmelia physodes*. — Datum: 1. VIII. 1934.

4) Tannenwald bei Rickenbach an der Straße nach Ripolingen, Höhe 720 m, Exp. Ost, Neigung 10—20°, Boden Urgestein (Gneis), sehr viel altes, wenig zersetztes Holz liegt auf dem Boden; Baumschicht: gleichalterige schöne hohe Bäume; Vegetationsbedeckung 100 %; Epiphyten: auf der Wetterseite der Stämme *Hypnum cupressiformae* reichlich, wenig Flechten. — Datum: 1. VIII. 1934.

Zum Klima des Hotzenwaldes bemerke ich noch folgendes: der Hotzenwald ist diejenige Landschaft des südlichen Schwarzwaldes, die am meisten nach Süden den Alpen zu vorgelagert ist. Infolgedessen ist diese Landschaft auch am stärksten den Föhnwinden ausgesetzt. Aber, da der ihm im Westen vorgelagerte Dinkelberg durchschnittlich um 300—400 m niedriger als der Hotzenwald ist, so ist er ebenso stark den häufigen, niederschlagsbringenden, feuchten Südwest- und Westwinden ausgesetzt. Alle freistehenden und an Waldrändern stehenden Bäume zeigen auch diese herrschende Windrichtung durch ihren Wuchs an. Ebenso zeigen die über die Buchen ragenden Spitzen der Nadelbäume, Fichte und Tanne, in den Wäldern diese Windrichtung an. Diese Erscheinung gilt besonders für das Gebiet am Steilrand gegen das Wehratal (Waldgebiet an der Oedlandskapelle). Der Hotzenwald fällt nämlich im Westen in seiner ganzen Länge von Todtmoos bis Säckingen gegen das Wehratal sehr steil ab. Die Wälder bei Rickenbach dagegen liegen im Windschutz und bestehen deshalb aus prächtigen, hochgewachsenen Bäumen. Durch die West- und Südwestwinde werden auch sehr zahlreiche Niederschläge gebracht; der Hotzenwald gehört zu dem Teile des Schwarzwaldes mit den höchsten Niederschlagsmengen: Segeten 1400 mm, Todtmoos 1800 mm, St. Blasien 1500 mm, Höchenschwand 1050 mm, Bernau 1450 mm, im Gegensatz zu Rheinfelden 900 mm und Groß-Laufenburg 900 mm.

Infolge dieser hohen Niederschlagsmenge ist die Zersetzung der organischen Substanzen (altes Laub, Holz, Nadeln usw.) in den Buchen- und Tannenwäldern der 700-m-Höhenlage sehr schlecht. Bei meinem Besuch am 1. August 1934 lag im Buchenwald bei Rickenbach (Exp. eben) das alte Laub noch als dicke Schicht unzerstzt auf dem Boden. Etwas besser ist die Zersetzung in den Tannenwäldern, aber auch hier liegen die Abfallstoffe sehr dicht beieinander. Auf ebenen schwer entwässerten Lagen tritt leicht Vermoorung ein, deren Torf heute abgebaut wird.

(Jungholzmoor, Moore bei Herrischried, vermoorter Nadelwald im Gewann Meisenhardt).

Die Verjüngung der Fichten und der Tannen ist im ganzen Gebiete südlich des Bernauer Tales und nördlich des Eggbergs gleich gut; dann erst folgt die Buche, deren Verjüngung eigentlich nur in der unteren Region bis 800 m gut ist. Die untere natürliche Grenze der Fichte liegt bei 700 m am Eggberg, das ist am Steilabfall gegen das Rheintal. Ihr Vorkommen im Jungholzmoor und im benachbarten Gewann Meisenhardt, ein vermoortes Nadelwaldgebiet mit prächtigen hohen Tannen und Fichten, und ihre außerordentlich gute Verjüngung in den Tannenwäldern spricht für ihre Ursprünglichkeit bis zum Eggberg hin. Möglich und nicht ausgeschlossen ist es, daß bei ungestörter Entwicklung alle Tannenwälder dieses Gebietes in Fichtenwälder übergehen würden; das heißt also, daß der Klimax der Fichtenwald (Piceetum excelsae myrtilli) ist. Aber zum Beweis dieser Annahme wäre eine gründliche Untersuchung dieses Gebietes notwendig.

Im Anschluß daran bemerke ich, daß das Klimaxgebiet des Piceetum excelsae sich sicherlich nicht mit den heutigen Grenzen des Nadelwaldgebietes deckt. Meiner Ansicht nach reicht es im Süden bis zum Eggberg und im Westen möglicherweise bis in das Kirchzartener Gebiet. Die Aufnahme vom Tannenwald beim Giersberg zeigt, daß die Fichte dort auf ebenem Boden eine sehr gute Verjüngung hat. Ebenso weicht die Humifizierung des Bodens nicht stark von dem an der Bankgallihöhe an der Grenze des Nadelwaldgebietes ab.

	Tannenwald am Giersberg	Fichtenwald an d. Bankgallihöhe
Höhe	600 m	1200 m
Boden	Urgestein (Gneis)	Urgestein (roter Granit)
Exposition	eben	Nord, fast eben — sehr schwach geneigt
pH	5,0(—5,5)	5,0
Bodenprofil	Moosschicht sehr dünn über humöser Sand 8 cm über Sand mit vielen Steinen	Moosschicht 0,5—1 cm über humöser Lehm 10 cm über Lehm mit kleinen Steinen

Der Sand am Giersberg ist infolge seiner Grobkörnigkeit trockener als der Lehm an der Bankgallihöhe (beob. am 29. VIII. 1934 an einem regnerischen Tag nach einigen trockenen Tagen). In beiden Wäldern tritt auch *Hylocomium splendens* auf, das Moos unserer Fichtenwälder. Klimatisch ist das Gebiet um Kirchzarten sehr niederschlagsreich (St. Peter Höhe 722 m, 1300 mm), so daß auch dieser Faktor nicht gegen das Piceetum excelsae als Klimax spricht. Auch im hintersten Welchental bei St. Wendelin (Höhe 600 m), wo die Fichte sicher nicht ursprünglich ist, sind unter einigen prächtigen 70jährigen Fichten einige junge Fichten, die ihrem Aussehen nach sich sicher natürlich besamt haben. Sonst ist die natürliche Verjüngung dort schlecht, die aber sicherlich

nur auf edaphische Ursachen zurückzuführen ist (steile Hänge, lockerer steiniger Boden, starker Staudenwuchs, starke Laubbedeckung). Das Bodenprofil an dieser Stelle ist wie folgt: Exp. schwach geneigt; humöser Sand 5 cm über Sand mit vielen größeren und kleineren Steinen. Wie hier treten auch an anderen Orten am Westabfall des südl. Schwarzwaldes *Rhytidiadelphus triquetrus, Catharinea undulata, Eurhynchium striatum* und *Pseudocleropodium purum* auf.

Auf jeden Fall ist es wahrscheinlich, daß das Quercetum medioeuropaeum nur in der Freiburger Gegend bis 700 m der Klimax ist. Für das übrige Gebiet ist es schwierig den Klimax und sogar eine edaphisch bedingte Dauergesellschaft festzustellen, zumal der ganze Westabfall fast nur aus steilen Hängen mit lockerem steinigem Boden besteht, und er auch sehr stark der Kultur unterworfen ist.

E) Die Wälder der Baar und des badischen Juras.

Das Gebiet der Baar und des Juras schließt östlich an das Buntsandsteingebiet des Schwarzwaldes an und gliedert sich geologisch von Westen nach Osten in Muschelkalk, Keuper und die drei Juraschichten (Lias, Dogger und Malm). Das Muschelkalkgebiet ist ein Karstgebiet, in dem alles Wasser versickert und erst unten in der Gauchach- und Wutachschlucht wieder austritt. Infolgedessen ist der Wald nur spärlich zu finden; der größte Teil des Gebietes wird von Kulturland, und zwar von Getreideäckern eingenommen. An den trockensten Stellen des Muschelkalkgebiets gibt es sogar nur dürftige Matten mit einigen krüppligen Wacholdergebüschen (*Juniperus communis*). Dagegen sind der Keuper und die Tone des schwarzen und braunen Juras (Lias, Dogger, Opolinuston) wasseraufsaugender und wasseraufspeichernder und tragen infolgedessen ausgedehntere Waldungen und Wiesen. Der Malm oder der weiße Jura, der den Steilrand des Juragebirges bildet, läßt dagegen wieder mehr Wasser versickern. Infolgedessen findet sich am Steilrand des Juras die scharfe Grenze zwischen den feuchtigkeitsliebenden Nadelwäldern und den mehr Trockenheit ertragenden Buchenwäldern. Aber die Vegetation der Laub- und Nadelwälder dieses Gebietes ist so ähnlich, daß sie zusammen behandelt werden müssen. Ich lasse zunächst ein paar Aufnahmen folgen:

1) Buchenwald auf der Hochfläche des Eichbergs, Höhe 900 m, eben, Boden Jurakalk (Malm), Bodenprofil: kalk. Lehm 10 cm über Fels, pH = 6,5—7,0; Kronenschluß fast geschlossen; der Wald ist aber ziemlich licht durch einen nebenanliegenden Kahlschlag; Vegetationsbedeckung 100 %. — Datum: 9. VI. 1933.

2) Fichtenwald bei Hausen vor Wald, Gewann Kohlwald, am Telegraf, Höhe 790—800 m, Exp. N—NW, Neigung eben bis 15°, Boden: Jurakalk (Dogger), pH = 6,0—6,5; Wald

ziemlich licht durch einen nebenanliegenden Kahlschlag; Vegetationsbedeckung 100 %. — Datum: 30. V. 1934.

3) Fichtenwald am Eichberg, Gewann am Berchen bei Riedböhringen, Höhe 820 m, Exp. O—NO, Neigung eben bis 10°, Boden Juranagelfluh, pH = 6,0; Wald lichtarm; Vegetationsbedeckung 100 %; von einer anderen Stelle des Waldes sind an Arten noch hinzuzufügen: *Allium ursinum, Petasites albus* in Trupps, *Vinca minor, Carex hirta, Dryopteris filix mas, Urtica dioeca.* — Datum: 30. V. 1934.

Aus dem Muschelkalkgebiet habe ich eine Aufnahme aus dem Döbginger Wald im Gewann Eulenburg:

Lokalität: Höhe 800 m, Exp. West, Neigung 5—10°, Datum 29. V. 1934.

Baumschicht: *Pic. exc.* 5, *Ab. alb.* +, *Pin. silv.* +.

Aus diesem Walde habe ich eine Aufnahme vom Hang und eine von einer Doline.

Größe der Aufnahmefläche	am Hang 4 m²	in d. Doline 1 m²		am Hang 4 m²	in d. Doline 1 m²
Strauchschicht:					
Lonic. nigra	1	+	*Sorb. aucup.*	—	+
Samb. rac.	—	+	*Fag. silv.*	+	—
Crat. spec.	—	+			
Staudenschicht:					
Melamp. silv.	5, 1	—	*Lam. galeob.*	+	1
Ox. acetosella	5, 2	3	*Frag. vesca*	+	—
Gal. silv.	+	—	*Urt. dioeca*	—	3
Poa Chaixii	4, +	—	*Merc. per.*	—	4
Hieracium spec.	4, 1	—	*Asar. europ.*	—	+
Gal. rotundif.	5, 1	—	*Majanth. bif.*	—	+
Moosschicht:					
wahrscheinlich *Hyloc. splend.* und *Rhythd. loreus*	5,5	—	*Mnium* spec. (vertrocknet)		
Keimlinge und kleine Pflanzen von					
Pic. exc.	2, +	—			

Außerhalb der Aufnahmefläche kommen noch vor: am Hang: *Myos. silvat., Sen. nemor., Viola silvestris, Lactuca muralis, Lath. mont., Gal. cruc.,* in der Doline: *Myos. silv., Polygonatum multifl., Act. spic.*

Etwa 100 m von diesem Walde entfernt ist ein Fichtenwald von folgender Zusammensetzung: Strauchschicht: *Lonic. nigra, Daphne mez., Corylus avell., Crat.* spec.; Staudenschicht: *Majanth. bif., As. europ., Hieracium* spec., *Gramineae, Luz. pil., Ox. acetosella, Melamp. silv., Viola silv., Myos. silv., Plath. bif., Poa Chaixii;* Moosschicht: *Hyloc. spl.* und *Rhytid. loreus.*

Die so durch diese Aufnahmen gekennzeichneten Wälder, besonders die des Juras, gleichen in großen Zügen denen von Braun-Blanquet untersuchten Buchenwäldern des Schweizer Juras, die er als Fagetum silvaticae praealpino-jurassicum bezeichnet. Es scheint, daß die Wälder im Verlaufe der ganzen Jurakette infolge der gleichen Bodenunterlage ähnlich sind, denn das Klima ist in den einzelnen Teilen des Juras außerordentlich verschieden; das des badischen Juras und der Baar ist extrem kontinental, während das des größten Teiles des Schweizer Juras atlantisch ist. Ebenso gehören diese Wälder den schon öfters aus verschiedenen Gegenden beschriebenem Fagetum calcareum an. Aber das Fagetum silvaticae praealpino-jurassicum ist auch nur eine sehr reich entwickelte Facies des Fagetum calcareum.

Infolge der merkwürdigen Aehnlichkeit der Vegetation der Nadelwälder mit der der Buchenwälder könnte man vermuten, daß die Nadelwälder der Baar und des Juras nicht ursprünglich sind; aber das ist sicher nicht der Fall. Nach den Erläuterungen der Uebersichtskarte der Waldungen Badens ist die Tanne und die Fichte wenigstens auf Juranagelfluh ursprünglich. Wahrscheinlich war früher das ganze Gebiet mit gemischten Wäldern bedeckt, in denen die Buche stärker als heute am Aufbau dieser Wälder beteiligt war (Hausrath mündlich). Nach dem Einrichtungswerke von Mundelfingen 1845 wird für den Kohlwald die Fichte schon als Hauptholzart erwähnt (Koch schriftlich). Dagegen sind auf dem weißen Jura (Malm) die Nadelhölzer wohl erst künstlich eingebracht. Zum Beweis für die Ursprünglichkeit der Nadelwälder in diesem Gebiet weisen verschiedene Autoren auf das Vorkommen einiger Nadelwaldpflanzen, *Melampyrum silvaticum* und *Epipogon aphyllus,* hin, aber Oltmanns gibt in seinem Pflanzenleben des Schwarzwaldes an, daß *Epipogon aphyllus* im Hegau auch in Laubwäldern vorkommt. Für mich ist aber das extrem kalte Klima im Winter der kräftigste Beweis für die Ursprünglichkeit der Nadelhölzer. Wie ich schon in der Einleitung ausgeführt habe, gehören der badische Jura und die Baar zu den kältesten Gebieten Deutschlands; das Klima gleicht demjenigen Ostpreußens jenseits der Buchengrenze. Kein Monat ist frostfrei. In den Forstbezirken Donaueschingen und Blumberg ist es keine Seltenheit, daß die Kartoffeln noch im Juli auf freiem Felde erfrieren. Im Wald ist natürlich das Klima etwas gemildert, aber bei meinem Besuch am 30. Mai 1934 waren die Blätter der kleinen Buchen auf den Kahlschlägen und an den Waldrändern ganz schwarz, also erfroren. Die Buche erreicht am Eichberg wie in Ostpreußen ihre Kältegrenze. Danach ist es merkwürdig, daß die Buche am Eichberg so gut gedeiht und sich ausgezeichnet verjüngt. Dagegen gedeihen die Nadelhölzer, Tanne und Fichte, auf dem Malmkalk des Eichbergs nicht sehr gut, obwohl der Malmkalk das Wasser nicht so stark in unterirdische Klüfte durchläßt wie der Muschelkalk, auf dem die Fichte in diesem Ge-

biete (Dögginger Wald) gut gedeiht. Die Tannen dagegen wachsen auf dem Muschelkalke der Baar im allgemeinen nicht gut (Schäfer mündlich). Ebenso kann das Klima auf dem Eichberge für das Gedeihen der Nadelhölzer nicht zu trocken sein, da die Niederschlagsmengen hier sogar höher als in Donaueschingen sind (Donaueschingen 750 mm, Blumberg 800 mm). Uebrigens ist das Klima der Baar trotz der geringeren Niederschlagsmengen infolge der niederen Temperaturen feuchter als das Freiburgs. Der Niederschlagsquotient von Donaueschingen ist 505 gegenüber dem von Freiburg mit 395. Es kann nur möglich sein, daß das Klima des Eichbergs und des Länge gegenüber dem des Tales unten (von Blumberg) gemildert ist. Die Buche soll auch früher in der ganzen Baar viel verbreiteter gewesen sein als heute, da früher in diesem ganzen Gebiet Glashütten standen, die zur Glasherstellung Buchenholz benötigten; und in früheren Zeiten wurden Fabriken nur an den Orten der Rohstoffgewinnung selbst errichtet (Killius mündlich). Eine Erklärung des Vorkommens der Buche durch den Föhn ist, wie ich schon oben auseinandersetzte, ziemlich unwahrscheinlich. Somit ist heute irgendeine Erklärung des Vorkommens der Buche in der Baar nicht möglich. Erwähnen möchte ich nur, daß die klimatischen Gegensätze selbst der benachbarten Täler sehr groß sind. Während in Blumberg die Kartoffeln noch im Juli auf freiem Felde häufig erfrieren, gedeiht in dem jenseits der Randenkette 4 km von Blumberg entfernten schweizerischen Ort Merishausen die wärmeliebende Flaumeiche, *Quercus pubescens*.

Ich muß aber auch bemerken, daß die Baar unter dem 48. Breitengrade liegt, wogegen Ostpreußen zwischen dem 53. und 55. Breitengrad liegt; infolgedessen ist unsere Landschaft einer viel stärkeren Sonnenbestrahlung ausgesetzt als Ostpreußen, wodurch die Pflanzen ihre Vegetationsperiode stärker ausnützen können und so kräftiger und widerstandfähiger gegen Frost werden. Michaelis hat im Allgäu festgestellt, daß während die Bäume 100 m unterhalb der Baumgrenze infolge der genügend langen Vegetationsperiode noch gut starken Frösten und den ungünstigen klimatischen Bedingungen des Winters widerstehen können, sie an der Baumgrenze nur noch schwer Widerstand leisten.

In der Baar und im badischen Jura kommen auch folgende alpine und mediterrane Arten vor, deren Vorkommen später einmal vielleicht zur Erklärung des Buchenvorkommens dienen kann:

	Fundorte
Lonicera alpigena	Eichberg, Geisingen
Alnus viridis	Eichberg
Gentiana lutea	Reiselfingen, Baar, Eichberg
Anemone narcissifl.	Immendingen, Geisingen, Eichberg
Carex sempervir.	Jura verbreitet
Aster bellidiast.	Jura zieml. verbr. bes. brauner Jura
Crepis alpestris	Länge, Geisingen, Mundelfingen

	Fundorte
Melittis melissoph.	Baar, Jura, Wutachtal häufig
Arctostaph. uva ursi	Döggingen, Ruine bei Waldhausen
Ophrys apifera	Döggingen

Zum Schluß erwähne ich noch, daß in der Gauchachschlucht die Buche gegenüber dem Bergahorn stark zurücktritt. Der Bergahorn, *Acer pseudoplatanus,* ist der vorherrschende Baum in dieser Schlucht, während im Bodenseegebiet die Buche als herrschender Baum auftritt (Bartsch 1925). Ebenso kommen die Fichte und die Tanne in der Gauchachschlucht nicht häufig vor; in dieser ganzen Schlucht steht nur eine Tanne, *Abies alba.* Sonst sind die Bestandteile der Strauch- und Staudenschicht ziemlich die gleichen Arten wie im Jura; daneben kommen aber noch vor: *Lunaria rediviva, Petasites albus* am Bach entlang und *Valeriana tripteris* auf den Felsen. Der Staudenwuchs ist hier aber gegenüber den Sträuchern außerordentlich gering.

Physiologischer Teil.

Im Anschluß an die Untersuchungen der Vegetation des südlichen Schwarzwalds habe ich das Verhalten unserer vier Waldbäume, Tanne, Fichte, Buche und Eiche, in Bezug auf den osmotischen Wert, den Wassergehalt und die Transpiration im Verlaufe einer, bzw. zwei Vegetationsperioden untersucht. Bevor ich nun die Ergebnisse bringe und erläutere, schicke ich einige Bemerkungen über die Geographie und Oekologie dieser Waldbäume voraus.

Die Tanne, *Abies alba,* ist ein Baum unserer mittel- und südeuropäischen Gebirge; nur im Nordosten ihres Verbreitungsgebietes (in der Lausitz und in Schlesien) steigt sie gleich der Fichte (*Picea excelsa*) in die Ebene hinab. In Mitteleuropa decken sich die Verbreitungsgebiete beider Bäume (Tanne und Fichte) vollkommen; die Weißtanne (*Abies alba*) kommt aber auch in den Gebirgen West- und Südeuropas vor, wogegen die Fichte (*Picea excelsa*) ihre Westgrenze schon in den Vogesen und dem Schweizer Jura besitzt. Dagegen besitzt die Fichte ein großes Verbreitungsgebiet im Osten und im Norden Europas, in Ostpreußen, im nördlichen Rußland und in Skandinavien. Beide Arten, Tanne und Fichte, bevorzugen Gebiete mit hoher Luftfeuchtigkeit; in Norddeutschland verläuft die Arealgrenze beider Arten entlang der 600-mm-Niederschlagslinie von Eisenach über Sprembergnach Ostrowo. Bei uns im südlichen Schwarzwald liegt die Verbreitungsgrenze der Tanne am Fuße des Gebirges bei 300—400 m bei einer jährl. Niederschlagsmenge von 850—900 mm, also bei viel höheren Niederschlagsmengen. Aber infolge der höheren Temperaturen und der größeren Sonnenbestrahlung sind die Werte der Sättigungsdefizite in der oberrheinischen Tiefebene höher als

in Norddeutschland; infolgedessen sind die Niederschlagsquotientwerte hier gleich denen von dort.

Freiburg/Br.	1928/32	395	Oberrotweil	301	Berlin-Dahlem	314
	1888/27	375	Karlsruhe	362		

Die untere natürliche Grenze der Fichte liegt im Schwarzwald bei ca. 1000 m; aber, wie schon oben erwähnt, beruht diese Arealgrenze auf edaphischen Ursachen. Die Fichte gedeiht angepflanzt in den unteren Lagen ebenso gut wie die Tanne.

In Bezug auf die Temperatur stellt die Tanne etwas größere Anforderung als die Fichte; die Tanne steht ungefähr zwischen der Buche und der Fichte und kann nach Willkomm Orte mit einer mittleren Januartemperatur von weniger als —5° nicht gut vertragen. Dagegen hat sie die Abneigung gegen Standorte mit hohen Temperaturen mit der Fichte gemein. Gegen Spätfröste ist die Tanne, wie ich selbst im Frühjahr 1933 beobachten konnte, empfindlicher als die Fichte, aber nicht so empfindlich wie die Buche und Eiche. Infolge der Spätfrost- und der Dürreempfindlichkeit gedeiht die Tanne nicht oder nur schlecht auf Kahlschlägen.

Die Buche, *Fagus silvatica,* besiedelt West- und Mitteleuropa bis zu einer Linie von Königsberg nach Odessa und meidet sowohl das extrem kontinentale wie das extrem atlantische Klima. Im allgemeinen bevorzugt die Buche eine hohe Luftfeuchtigkeit, findet aber bei uns in West- und Mitteleuropa nirgends die niederste ihr noch zuträgliche Niederschlagsmenge; sie meidet aber die trockenen kontinentalen inneralpinen Gebiete (Tirol, Engadin, Wallis). Auch in anderen trockenen Gebieten wie z. B. in Teilen der Mark Brandenburg findet die Buche sich spärlicher vor. Ebenso meidet sie Gebiete mit extrem tiefen Temperaturen.

Dagegen kommt die Traubeneiche, *Quercus sessiliflora,* bei uns in Deutschland gerade auf den trockensten und wärmsten Standorten vor. Die Traubeneiche ist neben der Kiefer (*Pinus silvestris*) unser dürreresistentester Waldbaum. Im Gegensatz zur Kiefer ist sie aber sehr wärmebedürftig; bei uns am Westabfall des Schwarzwalds steigt sie einzeln bis in einer Höhenlage von 1000 m, aber die allgemeine obere Bestandesgrenze liegt bei 500 —600 m. Ebenso ist die Eiche im gleichen Grade lichtbedürftig, wie sie auch außerordentlich spätfrostempfindlich ist.

Unsere vier Waldbäume ordnen sich im Grade ihres Widerstandes gegen die Trockenheit wie folgt:

Traubeneiche (*Quercus sessiliflora*),
Buche (*Fagus silvatica*),
Weißtanne (*Abies alba*) und Fichte (*Picea excelsa*),

wobei zu bemerken ist, daß der Abstand zwischen der Eiche und der Buche sehr groß ist, während die Buche in ihren Feuchtigkeitsansprüchen sich schon ziemlich den Nadelhölzern nähert.

Beschreibung der Standorte.

An folgenden Standorten habe ich meine Untersuchungen ausgeführt:

1) In einem Eichen-Buchenwald und auf dem nebenanliegenden Kahlschlag an der Bodlesau SW-Hang, Höhe 480 m, 2) in einem in der nächsten Nachbarschaft NW exponierten Tannenwald am Kreuzkopf, Höhe 480 m, 3) an einem warmen Südexponierten Standort im Sternenwalde oberhalb der Waldfahrstraße, Höhe 400 m, 4) im Tannen-Buchenwald am Weg nach dem Kypfelsen oberhalb St. Valentin in 600 m Höhe, 5) in einem Eichen-Kiefernwald am Brombergfelsen Exp. S—SW, Höhe 550 m, 6) an einer ziemlich schattigen Stelle im Tiefenbachdobel beim Forsthaus Bohrer in 600 m Höhe, 7) bei der Baumschule am Rebhaus in 300 m Höhe und 8) am Schauinsland an der Brunnenstube zwischen der Bergstation und dem Gipfel in 1250 m Höhe, die am Waldrand gelegen ist.

Die Temperaturverhältnisse der Standorte.

Interessant ist der Verlauf der Maxima und der Minima im Laubwald an der Bodlesau im Gegensatz zum Tannenwald am Kreuzkopf und zu dem am Weg nach dem Kypfelsen (Fig. 5, 6, 7). Während im Sommer nach der Laubentfaltung zwischen diesen Standorten keine große Temperaturunterschiede sind, werden im Frühjahr vor der Laubentfaltung in Laubwäldern an S und SW exponierten Standorten wie an der Bodlesau sommerliche Maximas erreicht, während es in den Tannenwäldern zu dieser Zeit immer noch sehr kühl ist. Das gleiche zeigen auch die Einzelmessungen an:

	Tannenwald Kreuzkopf			Bodlesau		
Lufttemperatur	+ 13,5	+ 10,5	+ 10,0	+ 15,0	+ 16,5	+ 12,0
Oberflächentemp.	+ 9,0	+ 9,5	+ 9,0	+ 43,5	+ 40,5	+ 18,5
Bodentemp. 5 cm	+ 7,5	+ 5,0	+ 7,0	—	—	—
10 cm	+ 7,0	+ 5,5	+ 7,0	—	—	—
Datum 1933	10. IV.	25. IV.	27. IV.	10. IV.	25. IV.	27. IV.

		St. Valentin	Brombergfelsen
Lufttemperatur		+ 3,0	+ 6,0
Oberflächentemperatur		+ 7,0	+ 17,5
Bodentemperatur	5 cm	+ 6,5	+ 9,5
Datum	1933	19. IV.	19. IV.

Aehnlich hohe Werte wurden ohne Vergleichsmessungen im Eichenwald am Brombergfelsen an folgenden Tagen gemessen:

Datum	11. III.	16. III.	23. III.	4. IV.
Luft-Temperatur	+ 5,5	+ 14,5	+ 2,5	+ 17,5
Oberflächen-Temp.	+ 16,0	+ 18,5—+21,0	+ 7,0 — + 14,5	+ 30.5
Boden-Temperatur im Heidelbeergeb.	+ 5,0	+ 6,5 — + 7,5	+ 3,0 — + 4,0	+ 8,5 — + 9,5
an freien Stellen	+ 6,0 — + 10,5	+ 8,5 — + 10,5	+ 4,5	+ 10,0—+ 12,5

Gerade diese hohen Temperaturen machen die Spätfröste so gefährlich, weil sie die Pflanzen zu vorzeitiger Entwicklung bringen. Ebenso wird die Ausstrahlung in der Nacht sehr groß sein, so daß an diesen Standorten bei dem lockeren Boden sogar in den obersten Bodenschichten die Temperaturunterschiede zwischen Tag und Nacht sehr beträchtlich sein dürften.

Dagegen sind auch die Einzeltemperaturen im Sommer im Eichenwald und im Tannenwald ziemlich ähnlich.

Datum 1933	2. V.	19. V.	22. V.	2. VI.	6. VI.	3. VII.	5. IX.	17. X.
Tannenwald Kreuzkopf								
Lufttemperatur	+12,5	+ 9,5	+15,0	+17,0	+17,0	+14,0	+14,0	+5,0
Oberfl.-Temp.	+11,5	+ 9,5	+11,5	+13,5	+14,0	+14,0	+14,0	+5,5
Boden-Temp.								
5 cm	+ 9,5	+ 8,0	+10,5	+11,0	+12,0	+12,5	+13,0	+7,5
10 cm	+ 9,0	+ 8,0	—	+10,0	+11,5	+11,5	+13,0	+7,5
Laubwald an der Bodlesau								
Lufttemperatur	+16,0	—	+17,0	+20,0	+20,0	+16,5	+15,5	+5,0
Oberfl.-Temp.	+17,5	+14,5	+18,5	+16,5	+20,0	+18,0	+17,5	+6,0
Boden-Temp.								
5 cm	+13,5	—	+18,5	+13,0	+14,0	—	+15,5	+8,5
Kahlschlag Bodlesau								
Oberfl.-Temp.	+33,5	—	+38,0	+41,0	+40,0	+33,5	+30,0	+6,0
Boden-Temp.								
5 cm	+17,0	—	+21,0	+20,0	+23,0	—	+18,5	+8,5
höchste gemess. Evaporation	—	0,4 cm³ / h cm²	0,82 cm³ / h cm²	—	1,2 cm³ / h cm²	—	—	—

Aehnliche Temperaturen finden sich an allen Süd- und Südwesthängen und ähnlich exponierten Kahlschlägen dieser unteren Region, so auch im Sterneiwalde oberhalb der Waldfahrstraße, wo ich infolge der bequemen Lage die meisten meiner Transpirationsmessungen ausführte.

Witterungsverlauf der Untersuchungstage 1934.

22. Februar Vormittag: Luftfeuchtigkeit 100 %, Lufttemperatur 9^{30}: 4,5°, 10^{45}: 7,5°; Bodentemperatur 11^{10}: 2,5°; Oberflächentemperatur 9^{30}: 10,0°; 11 Uhr: 17°; wolkenlos, Wind sehr schwach, Evaporation 9^{30}: $\frac{41\text{ mg}}{\text{dm}^2 . \text{min}}$ 11 Uhr $\frac{70\text{ mg}}{\text{dm}^2 . \text{min}}$ 12 Uhr

23. Februar, auf dem Schauinsland: wolkenlos, starke Sonnenbestrahlung, bis 14 Uhr Alpensicht, windstill; Dunstwolken steigen im Laufe des Tages in die Höhe; um 14 Uhr — 15 Uhr haben die Dunstwolken fast die Höhe des Blauenzipfels erreicht; um diese Zeit wird auch die Alpensicht undeutlich.

Werte der meteorologischen Station Schauinsland

Min. 4,0°, Max. 9,3°	Zeit	7 Uhr	14 Uhr	21 Uhr
	Lufttemperatur	5,2	8,4	5,5°
	relat. Feuchtigkeit	34	40	38%
	absol. „	2,2	2,3	2,7 mm
	Wind	WSW 1	WSW 1	WSW 1

6. April (Sternwald) 9^{15} Uhr wolkenlos, im S—SW bewölkt, Sonnenbestrahlung, dunstig, windstill, keine Kaiserstuhlsicht, Boden etwas feucht, Schnee nur ganz oben auf dem Schauinsland; 10 Uhr Dunst steigt, Wolken etwas weiter nach N getrieben, SW—S-Wind, Kaiserstuhl schwach sichtbar; 10^{45} Sonne hinter einer Wolke, einige Min. 11 Uhr Kaiserstuhl gut sichtbar, Wolken am SW-, W- und N-Himmel; 11^{05} Sonne öfters hinter Wolken (Sekundenlang); 11^{45} Kaiserstuhl noch besser sichtbar, 11^{45} schwacher SW-Wind, in Wolkenhöhe SW-Wind; 11^{50}—12 Uhr Sonne öfters hinter Wolken; 13 Uhr Sonne immer noch öfters hinter Wolken (einige Sekunden), im N und NW lösen sich die Wolken auf; 14 Uhr sehr schwache Vogesensicht, Wolken lösen sich am N- und NW-Himmel weiter auf; 14^{30} über dem Schauinsland (Süden) gewitterartige Föhnwolken, im W und N wieder stärkere Wolkenbildung; die föhnartigen Gewitterwolken breiten sich schnell aus, bis zur Sonnenhöhe, Sonne immer öfters und länger hinter Wolken; Schauinsland wird um 14^{45} dunstiger; 15^{25} Wind wird stärker. Schluß der Beobachtung.

13. Mai (Sternenwald) 8^{45} wolkenlos, windstill, starke Sonnenbestrahlung; 9^{30} Wolken erscheinen am S- und SW-Himmel; 13 Uhr ganzer SW-Himmel mit Wolken bedeckt; 14 Uhr Wolken lösen sich auf und zerstreuen sich; 15 Uhr Sonne zum ersten Mal hinter einer Wolke, dann öfters und länger, Himmel bedeckt sich allmählich ganz mit Wolken; 18 Uhr Gewitter mit Regen.

25. Mai (Sternenwald): 8^{30} wolkenlos, Sonnenbestrahlung, dunstig, windstill, keine Kaiserstuhlsicht, im Süden über dem Schauinsland Wolken; 11 Uhr — 11^{30} Wolken lösen sich auf, zeitweise von 10^{30} ab schwacher Wind; 13 Uhr noch gleich viele Wolken im Süden; 13^{30} — 14 Uhr Lichtstärke wird schwächer; 14^{30} schwache Kaiserstuhlsicht, der Wind wird etwas stärker; 14^{45} noch weniger Wolken im Süden; 15 Uhr-16 Uhr der Wind ist wieder schwächer geworden; 16 Uhr fast alle Wolken sind verschwunden. Dieser Tag liegt nach einer ca. dreiwöchigen Trockenperiode mit nur einigen Tagen mit sehr geringen Niederschlägen; aber an den meisten Tagen war der Himmel bedeckt und die Temperaturen niedrig.

9. Juni (Sternenwald), aber etwas höher als der gewöhnliche Standort, am Eselbackenweg: 6^{30} Himmel teilweise bedeckt; 7 Uhr fast wolkenlos; 7^{20} große Wolken im Norden, Sicht schlecht, keine Kaiserstuhlsicht, windstill, Sonnenbestrahlung, am Standort um diese Zeit nur einige Bäume beleuchtet, schwere Dunstwolke im Westen über der Ebene; Boden sehr trocken; von 7^{45} ab Himmel

bedeckt sich wieder immer mehr mit Wolken, leichter Wind; 8 Uhr fast ganz bedeckt, Sonne hinter Wolken; 8^{30} S und SW ganz bedeckt, übriger Himmel teilweise bedeckt, Sonne nur zeitweise nicht von Wolken bedeckt; 8^{55} immer noch das gleiche Bild; 9^{20} fast windstill, Sonnenbestrahlung, Nordhimmel fast wolkenlos; 9^{40} Wolken lösen sich auf, schwacher N-Wind; von 10^{20} ab Sonnenbestrahlung ständig; 11^{10} schwache Kaiserstuhlsicht; nur noch im Süden große Wolken, sonst kleinere Wolkenfetzen über dem ganzen Himmel zerstreut, ziemlich windig, dunstig; 11^{30} — 11^{50} Messungen sehr schwierig infolge des ständig wehenden Windes; wieder größere Wolken am Himmel zerstreut, dunstig; die verwendeten Sprossen sind am Baum im diffusen Lichte; 12^{15} Nordhimmel fast wolkenlos, Südhimmel ziemlich bewölkt, ziemlich gute Kaiserstuhlsicht; 13 Uhr mittelstarker Wind, daher Messungen ungenau, nicht mehr verwendbar. Schluß der Messungen.

28. Juni (Sternenwald): 6—7 Uhr Himmel ½ bedeckt mit Schäfchenwolken, dunstige Sonnenbestrahlung, Sicht schlecht, keine Kaiserstuhlsicht, windstill; Standort von 7 Uhr an in der Sonne, starker Taufall, Boden vom Regen vom 26. VI. noch feucht; 7^{50} Sonne 2' lang hinter einer Wolke, schwache Sonnenbestrahlung; 9—9^{15} Himmel ¾ bedeckt, Sonne zeitweise teilweise hinter Wolken, schwache Sonnenbestrahlung, schwache Kaiserstuhlsicht und Tunibergsicht, dunstig; 10 Uhr Himmel fast ganz bedeckt (Schäfchenwolken), im Süden über dem Schauinsland andere Wolken; Sonnenbestrahlung; 10^{20} ziemlich gute Kaiserstuhlsicht, dunstig; 11^{15} ganz bedeckt, die Schäfchenwolken werden durch die anderen Wolken verdrängt (S—SW-Wind in Wolkenhöhe), schwache Sonnenbestrahlung, schwül; 11^{50} im Westen ein Streifen unbedeckter Himmel, dahinter wieder Wolken und Dunst, ziemlich gute Kaiserstuhlsicht, in Wolkenhöhe Westwind; 11^{50} —12 Uhr zeitweise stärkere Sonnenbestrahlung; 12^{20} Nordhimmel und ein Teil des Westhimmels wolkenlos; 12^{30} starke Sonnenbestrahlung; 13 Uhr Schäfchenwolken verschwunden, Himmel stellenweise wolkenlos, Sonnenbestrahlung, Himmel bedeckt sich wieder; 13^{30} zu ⅘ bedeckt, schwache Sonnenbestrahlung, sehr schwacher Wind, zeitweise minutenlange starke Sonnenbestrahlung, gute Kaiserstuhlsicht, nicht mehr dunstig; 14 Uhr vom Süden und Südwesten breiten sich sehr schnell schwere Gewitterwolken über dem Südhimmel aus; 14^{10} ganz bedeckt, Beginn des Regens, Gewitter, Gewitterregen. Regen ununterbrochen bis in die Nacht.

3. Juli (untere Bodlesau): Die Witterung ist hier infolge der Beschaffenheit des Standortes schlecht zu verfolgen (waldiger Standort): 7^{10} Himmel fast wolkenlos, Sonnenbestrahlung, dunstig, windstill; Standort um 7^{10} noch im Schatten der Bäume, starker Taufall am Morgen; Gräser noch naß, Tau erst um 8^{20} verdunstet; 8^{45} — ^{55} schwache Sonnenbestrahlung, dunstig, Dunst steigt, Standort und manche Bäume im Schatten; 10^{30} — 10^{45} sehr schwacher Wind, Himmel ½—¾ mit Dunstwolken bedeckt; Sonnen-

bestrahlung schwächer werdend; 11^{30} Himmel fast ganz bedeckt; 11^{50} Sonnenbestrahlung abwechselnd schwach und stark, schwacher Wind; 12^{30} Sonnenbestrahlung fast ununterbrochen schwach, Himmel fast ganz bedeckt, schwacher Wind; 12^{45} keine oder sehr schwache Sonnenbestrahlung; 12^{55} ebenfalls dasselbe, fast windstill bis schwacher Wind; 13^{10} — 13^{45} meist keine Sonnenbestrahlung; 13^{50} — 13^{55} schwache Sonnenbestrahlung, zeitweise schwacher Wind, Himmel fast ganz bedeckt; 14^{10} — 14^{20} keine oder nur schwache Sonnenbestrahlung; 14^{30} schwacher Wind beständig wehend; Schluß der Messungen.

7. Juli. (Sternenwald): 7 Uhr dunstig, wolkenlos, starke Sonnenbestrahlung, Tau um 7 Uhr schon verdunstet, windstill, schlechte Kaiserstuhlsicht und Tunibergsicht; Standort kommt um 7 Uhr in die Sonne, zunächst die Bäume des Wäldchens, kühl; 10^{15} wolkenlos, starke Sonnenbestrahlung, fast windstill, dunstig, Dunst ist gestiegen, der Dunst lag um 7 Uhr in der Ebene, Kaiserstuhlsicht schlecht; von 11 Uhr an schwacher Wind; um 12 Uhr erscheinen im Süden über dem Schauinsland einzelne Wolken, sonst wolkenlos, schwacher Wind; 13^{30} dasselbe Bild; 13^{30} gute Kaiserstuhlsicht, sehr schwache Vogesensicht; 14^{20} dasselbe Bild; 14^{10} im Norden Dunstwolken; die Bäume kommen zwischen 14^{30} und 16 Uhr in den Schatten; Schluß der Messungen.

10. Juli. (Tiefenbachtobel): Infolge der Beschaffenheit des Standortes ist der Witterungsverlauf schlecht zu verfolgen: um 8^{30} fast wolkenlos, Sonnenbestrahlung, windstill, dunstig; am Halbrain ist der Tau um 8^{30} schon verdunstet; im allgemeinen bleibt es den ganzen Tag über so; zeitweise sehr schwacher Wind und Dunstwolken am Himmel; intensive Sonnenbestrahlung am Standort ist nur zwischen 15^{30} und 17 Uhr; um 17 Uhr verschwindet die Sonne hinter dem Berge.

22. August. (Sternwald) Vormittag: Boden ganz trocken; 8^{15} Himmel teilweise bedeckt, Sonnenbestrahlung zeitweise schwach, windstill, Sicht schlecht, keine Kaiserstuhl- und Tunibergsicht; 9^{25} — 10^{25} Himmel ½ bedeckt, (ganzer S-Himmel und teilweise der W-Himmel bedeckt), sehr schwache-schwache Sonnenbestrahlung; 10^{37} — 10^{15} Sonnenbestrahlung etwas stärker, zeitweise etwas Aufklärung; 10^{55} Himmel bedeckt sich wieder, Sonnenbestrahlung wieder schwächer; 11 Uhr zeitweise wieder stärkere Sonnenbestrahlung; 11^{15} Aufklärung, Himmel ½ bedeckt, sehr dunstig, sehr schwache Kaiserstuhlsicht; 11^{30} — 11^{45} stärkere Sonnenbestrahlung, sehr schwacher Wind; in Wolkenhöhe am ganzen Vormittag SW—W-Wind.

Bericht der meteorolog. Station Freiburg am 22. VIII. Max. 28,2°, Min. 16,2°.

8. September. (Sternenwald): 8^{30} — 9 Uhr fast wolkenlos, starke Sonnenbestrahlung, windstill, dunstig, Dunst liegt in der Ebene, keine Sicht in die weiter entfernte Ebene (Mooswald), Kaiserstuhlgipfel sichtbar, starker Taufall am Morgen, am Stand-

ort lag um 8^{45} in der Sonne noch Tau; 9^{15} Dunst steigt, damit verbunden eine niedere Verdunstung ($\frac{96\ mg}{dm^2 \cdot min}$ um 9^{50}, statt $\frac{125\ mg}{dm^2 \cdot min}$ um 9^{25}); 10^{30} Dunst steigt weiter, in der Ebene keine Dunstwolken mehr, Ebene sichtbar, schwache Kaiserstuhl- und Tunibergsicht, die Evaporation nimmt wieder zu; 11^{30} Himmel wolkenlos, dunstig, starke Sonnenbestrahlung. Die Sprossen der untersuchten Tanne sind mehr im diffusen Licht; die Blätter der Buchen und Eichen dagegen sind in der vollen Sonne.

8. Oktober. v. m. (Sternenwald): $8^{50} — 10^{35}$ wolkenlos, Sonnenbestrahlung, dunstig, keine Kaiserstuhl- und Tunibergsicht, Sicht nur bis zum Mooswald, windstill, kühl, in der Stadt um 8 Uhr: 5^{0} C, starker Taufall, der Tau liegt um 8^{30} noch auf dem Boden; nach einigen Regentagen Boden naß.

Das physiologische Verhalten unserer Waldbäume im Verlaufe des Jahres.

I. Osmotischer Wert und Wassergehalt.

Bemerkung zu den osmotischen Werten und dem Wassergehalt.

In den letzten Jahren ist über den osmotischen Wert, Saugkraft und Wassergehalt, eine sehr große Literatur erschienen, so daß ich im einzelnen hierauf verweise. Ich möchte mich nur auf einige allgemeine Erklärungen beschränken. Die Saugkraft stellt ein Maß für die wassersaugende Kraft einer Zelle oder praktisch für einen Zellenverband dar, wenn wir als Voraussetzung uns zur Ansicht bekennen, daß das Wasserleitungsgewebe der Pflanze eine kontinuierliche Leitung von der Wurzel bis zum Blatt darstellt. Ob diese Ansicht im einzelnen richtig ist, soll hier nicht zur Diskussion stehen; auf jeden Fall sind auf ökologischem Gebiete mit Saugkraftmessungen schon viele fruchtbringende Untersuchungen gemacht worden. Die Saugkraft stellt aber einen ganz anderen Wert dar als der osmotische Wert. Der osmotische Wert ist nur die Saugkraft des Zellinhalts, der plasmolytisch gemessen werden kann, während unsere Saugkraft die Saugkraft der Zelle im ganzen darstellt und sich aus der Saugkraft des Zellinhalts (dem osmotischen Wert) minus dem Wanddruck der Zelle berechnet. Da aber die Saugkraft (fälschlich oft als osmotischer Wert bezeichnet) für sich allein noch nicht viel besagt, muß auch der Wassergehalt des Blattes bestimmt werden, um zu sehen, ob zum Beispiel nach einer Trockenperiode die Erhöhung der Saugkraft auf die Abnahme des Wassergehalts oder auf die Umwandlung von osmotisch unwirksamer Substanz, Stärke, in osmotisch wirksame Substanz, Zucker, zurückzuführen ist. Außerdem ist es interessant zu wissen, ob durch die Erhöhung der

Saugkraft die Wasserbilanz der Pflanze auch gebessert wird oder wenigstens gleich bleibt. Die Wasserbilanz erfahre ich durch das Produkt, das wir aus der Saugkraft und dem Wassergehalte bilden ($O \times W$), das zuerst Pisek und Cartillieri aufgestellt haben. Denn, wenn durch die Erhöhung der Saugkraft das Produkt $O \times W$ infolge eines höheren oder gleichen Wassergehaltes gleich oder größer geworden ist, so wissen wir dadurch, daß die Pflanze ihre Wasserbilanz noch aufrechterhalten kann. Wenn dagegen trotz Erhöhung der Saugkraft das Produkt gesunken ist, so können wir mit einiger Berechtigung daraus schließen, daß die Pflanze um den Wassernachschub kämpft.

Die Saugkraft wird durch die Gefrierpunktserniedrigung des Preßsafts der Blätter nach der Methode von Beckmann ermittelt. Der Preßsaft wird durch Einwirkung von einem Drucke von ca. 25—50 Atm. auf die Blätter gewonnen. Meiner Ansicht nach liegen hier beim Pressen trotz der Untersuchungen von Thren manche Fehlerquellen vor, denn es ist auffallend, daß die Eiche oft trotz ihrem höheren Wassergehalte gegenüber den anderen Bäumen im Gegensatz zu diesen keinen Preßsaft ergibt. Es ist auch nicht ausgeschlossen, daß bei den verschiedenen Pflanzen die Absorptionskräfte verschieden groß sind, die eine Ursache von Fehlerquellen sein können.

Der Wassergehalt wird durch Trocknen der Blätter bei ca. 100—110° bis zur Gewichtskonstanz ermittelt. Der Wassergehalt kann entweder auf das Frischgewicht oder das Trockengewicht bezogen werden; ich habe den Wassergehalt bei allen Messungen auf das Frischgewicht bezogen.

Wie aus der Tabelle Nr. ?? (Fig. 8) zu erkennen ist, verhalten sich unsere vier Waldbäume im Verlaufe des Jahres sehr ähnlich, was auch schon Thren (1934) festgestellt hat. Unsere Waldbäume gehören, gleichgültig ob Laub- oder Nadelbaum, in dieser Hinsicht der gleichen oekologischen Gruppe an.

Für meine Untersuchungen ist zu bemerken, daß das Jahr 1933 bis August regenreich, dagegen 1933/1934 von August bis Juli trocken und niederschlagsarm war. Der Winter 1933/1934 war sehr schneearm, so daß der Boden für das folgende Jahr nur wenig Feuchtigkeit aufspeichern konnte. In der Tabelle ist auch sehr gut zu sehen, daß die Saugkräfte im Jahre 1934 durchweg höher liegen als im nassen Jahre 1933. Im Juni—Juli 1934 erreichten die Saugkräfte und der Wassergehalt schon wieder die Höhe der Werte des Spätwinters 1934.

II. Die Transpiration.

Die Transpiration habe ich nach zwei Methoden gemessen: 1. im Jahre 1933 ungenau mit Kobaltpapier und 2. im Jahre 1934 mit der Torsionswaage von Hartmann und Braun.

Nach den Messungen mit Kobaltpapier ist die Größe der Transpiration und der Evaporation gleich der Anzahl der Sekunden, die bis zur Rötung des Kobaltpapiers benötigt werden.

$$\text{Transpirationsvermögen} \quad \frac{\text{Transpiration}}{\text{Evaporation}}$$

$$\text{Transpirationswiderstand} \quad \frac{1}{\text{Transpirationsvermögen}}$$

Das Transpirationsvermögen und den Transpirationswiderstand von folgenden Arten habe ich in zahlreichen Einzelmessungen*) während des Sommers 1933 gemessen. Das Ergebnis ist folgendes:

	Transpirationsvermögen	Transpirationswiderstand
Rubus idaeus	$^9/_{10}$—$^1/_3$	$^{10}/_9$— 3
Sambucus racemosa	$^1/_2$ —$^1/_3$	2— 3
Quercus sessiliflora	$^1/_2$ —$^1/_5$	2— 5
Fagus silvatica	$^1/_3$ —$^1/_2$ + $^1/_{21}$	3—21
Vaccinium myrtillus	$^1/_3$ —$^1/_8$	3— 8
Pinus silvestris	$^1/_5$ —$^1/_{16}$	5—16
Abies alba	$^1/_9$ —$^1/_{32}$	9—32
Picea excelsa	$^1/_9$ —$^1/_{40}$	9—40

Wir erkennen auf dieser Tabelle, daß die dürreresistente Traubeneiche, *Quercus sessiliflora,* immer sehr stark transpiriert, die feuchtigkeitsliebende Buche, *Fagus silvatica,* je nach den Bedingungen stark und schwach transpirieren kann, die feuchtigkeitsliebenden Nadelhölzer, Tanne und Fichte, dagegen immer nur schwach transpirieren.

Etwas besser und deutlicher erkennen wir das Verhalten unserer Waldbäume bei den genauen Transpirationsmessungen mit der Torsionswaage.

Die Evaporation habe ich in gleicher Weise wie die Transpiration durch die Messung der Gewichtsabnahme eines feuchten, 4 cm² großes weißes Stück Filtrierpapier während zwei Minuten festgestellt.

An dieser Stelle möchte ich auch noch auf die Fehlerquellen dieser Methode der Transpirationsmessung hinweisen, um die nachfolgenden Ergebnisse mit Kritik und mit Vorsicht betrachten zu können. Eine Fehlerquelle ist die, daß wir die Transpiration an abgeschnittenen Pflanzenteilen messen; nun ist zwar allgemein festgestellt worden, daß der Fehler in den ersten zwei Minuten nach dem Abschneiden gering ist, mit denen wir bei einer Messung aber nur sehr knapp auskommen. Wie groß der Fehler nach dem Abschneiden sein kann, zeigt Baumgartner in einer Arbeit, die nach Abschluß meiner Arbeit erschienen ist, durch thermoelektrische Messung der Geschwindigkeit des Transpirationsstro-

*) Die Versuchsprotokolle befinden sich sämtlich im Archiv des Botanischen Museums Berlin-Dahlem.

mes vor und nach dem Abschneiden des Pflanzenteiles. Die Geschwindigkeit des Transpirationsstromes steigt auf den doppelten bis dreifachen Wert an. Weitere Fehlerquellen der Methode stellen die außerordentlich starke Empfindlichkeit der Waage gegen den schwächsten Luftzug und die starke Erhitzung der Waage in der Sonne dar, wobei die Waage nur für 20° geeicht ist. Ich habe zwar durch Vorversuche im Laboratorium feststellen können, daß die Waage zwischen 0° — 28° C bei der gleichen Last ungefähr den gleichen Gewichtswert anzeigt. Aber in der vollen Sommersonnenbestrahlung hat sich die Oberfläche des Waagengehäuses infolge des schwarzen Lacks sicher über 30° erhitzt.

Ein empfindlicher Übelstand für die Auswertung ist ferner, daß die einzelnen Blätter oder Sprosse außerordentlich verschiedene Transpirationswerte zeigen, so daß wir mindestens an 4 Blättern bzw. Sprossen die Transpiration messen müssen, um einen brauchbaren Mittelwert zu erhalten. Aber leider ist es auch nicht möglich, an mehr Blättern die Transpiration zu messen, wenn man sich nicht der Gefahr aussetzen will, keine Vergleichswerte von anderen Pflanzen zu erhalten, da die klimatischen Faktoren und die Evaporation schon innerhalb ½—1 Stunde sich stark ändern.

Leider habe ich bei meinen Messungen nur die Transpiration in Bezug auf die Verdunstung und auf die Lufttemperatur und nicht auf die übrigen klimatischen Faktoren ausführen können, da ich sonst zu wenig Transpirationswerte hätte messen können, wodurch die Ergebnisse ungenau und unbrauchbar geworden wären. Immerhin kann mit einer gewissen Berechtigung die Verdunstung (Evaporation) als das Produkt der übrigen klimatischen Faktoren angesehen werden. Es zeigt sich auch eine deutliche Parallelität zwischen den klimatischen Faktoren und der Transpiration der Tanne. Infolge der geringen Abweichung der einzelnen Transpirationswerte bei der Tanne ist es bei diesem Baum noch am ehesten möglich, nebenbei die klimatischen Faktoren zu messen. Dagegen zeigen gerade an diesem Tage die einzelnen Transpirationswerte der Buche und der Eiche sehr starke Abweichung.

Buche	$\frac{6{,}54 \text{ mg}}{\text{g . min}}$	$\frac{8{,}7 \text{ mg}}{\text{g . min}}$	$\frac{1{,}04 \text{ mg}}{\text{g . min}}$
Eiche	$\frac{7{,}0 \text{ mg}}{\text{g . min}}$	$\frac{2{,}0 \text{ mg}}{\text{g . min}}$	$\frac{8{,}49 \text{ mg}}{\text{g . min}}$

An diesem wie an den folgenden Tagen habe ich die Transpiration auf das Frischgewicht der Blätter bzw. der Sprosse bezogen.

Die Transpiration der Tanne und der Fichte ist sowohl in Bezug auf die Verdunstung wie im Tagesverlauf sehr ähnlich. Nur bei stärkerer Verdunstung bleibt die Transpiration der Fichte gegen der der Tanne zurück. Interessant ist das Verhalten der Buche gegenüber der der Tanne. Während die Tanne bei starker Evaporation die Transpiration nicht einschränkt, sondern etwa in der gleichen Höhe läßt, schränkt die Buche ihre Transpiration stark ein; bei niederer Evaporation transpiriert die Buche doppelt

so stark wie die Tanne, bei hoher schränkt sie dagegen ihre Transpiration bis auf die Höhe der der Tanne ein. An feuchten und schattigen Standorten, an denen die Evaporation nur kurze Zeit (ca. 1 Stunde) hohe Werte erreicht, schränkt die Buche ihre Transpiration auch nicht ein (Fig .13); an derartigen Standorten besteht zwischen dem Verlauf der Evaporation, der Transpiration der Fichte, der Tanne und der Buche Parallelität. Bei der Eiche habe ich die Beziehung der Transpiration zur Evaporation nicht deutlich erkennen können, da ihre Transpiration große Abweichung zeigt; immerhin kann festgestellt werden, daß die Eiche auch bei starker Evaporation stark transpiriert und ihre Transpiration nur schwach einschränkt. Die Transpiration der Eiche ist am größten in den frühen Morgenstunden. Im Spätsommer und im Herbst ist die Transpiration bei unseren vier Waldbäumen (Fichte, Tanne, Buche und Eiche) noch ebenso hoch wie im Sommer. Während ich am 22. August an einem ziemlich bewölkten Tage keine Transpirationseinschränkung beobachtet habe, schränkte die Buche und die Eiche am 8. September, einem wolkenlosen Tage mit starker Sonnenbestrahlung, die Transpiration stark ein, die Tanne dagegen ließ ihre Transpiration ungefähr in der gleichen Höhe. Dasselbe Verhalten zeigte die Buche am 22. August, während die Eiche und die Tanne eine Zunahme ihrer Transpiration zeigen. Diese starke Transpirationshemmung der Buche im Gegensatz zu den anderen Waldbäumen zeigen übrigens die meisten meiner Messungen; besonders schön ist es aber am 25. Mai nach einer dreiwöchigen Trockenperiode zu beobachten gewesen; dieser Tag zeichnete sich außerdem noch durch eine starke Sonnenbestrahlung bei fast wolkenlosem Himmel aus. Die Beobachtung stimmt auch gut mit den hohen Feuchtigkeitsansprüchen der Buche überein; die ebenso feuchtigkeitsliebende Tanne zeigt keine so starke Transpirationshemmung wie die Buche, was aber meiner Ansicht nach durch den Blattbau der Tanne mit ihrer dickeren Cuticula erklärt werden kann, da dadurch die Fähigkeit zur Transpirationsregulierung erschwert wird. Am 8. Oktober beobachtete ich bei der Buche und der Eiche ungefähr eine gleich hohe und sehr hohe Transpiration; bei der Tanne dagegen war die Transpiration sehr niedrig, und nahm im Laufe des Vormittags noch ab.

Fig. 22

Tanne $\frac{2{,}96\ \text{mg}}{\text{g} \cdot \text{min}}$ bei einer Evaporation von $\frac{60\ \text{mg}}{\text{dm}^2 \cdot \text{min}}$

Tanne $\frac{1{,}56\ \text{mg}}{\text{g} \cdot \text{min}}$ bei einer Evaporation von $\frac{70\ \text{mg}}{\text{dm}^2 \cdot \text{min}}$

Buche $\frac{21{,}09\ \text{mg}}{\text{g} \cdot \text{min}}$ bei einer Evaporation von $\frac{63\ \text{mg}}{\text{dm}^2 \cdot \text{min}}$

Eiche $\frac{22{,}28\ \text{mg}}{\text{g} \cdot \text{min}}$ bei einer Evaporation von $\frac{77\ \text{mg}}{\text{dm}^2 \cdot \text{min}}$

Merkwürdig ist das Verhalten der Eiche (*Quercus sessiliflora*), deren Transpiration außerordentlich großen Schwankungen unter-

worfen ist, die nicht von der Höhe der Evaporation abhängig sind; aber ich glaube doch feststellen zu können, daß sie in den frühen Morgenstunden und bei niederer Evaporation am stärksten transpiriert, und, daß ihre Transpiration im Laufe des Tages und bei höherer Evaporation schwach abnimmt.

Im Februar (1934) habe ich bei der Tanne und der Fichte in der unteren Region (im Sternenwald Höhe 400 m) keine Transpiration feststellen können; dagegen habe ich auf dem Schauinsland am Gipfel an einem warmen Februartag eine sehr schwache Transpiration bei der Tanne und der Fichte feststellen können, die aber nicht zu einem Wasserdefizit führen kann, da an solchen Tagen gut eine Wasserzufuhr aus dem Boden stattfinden kann. Die Bodentemperaturen lagen nämlich an diesem Tag über 0°. (Fig. 23.) Im Vorfrühling habe ich am 6. April 1934, einem wolkenlosen Tage bei starker Sonnenbestrahlung bei der Tanne eine geringe Transpiration beobachten können.

Überblicken wir nun die Ergebnisse meiner Untersuchungen, so glaube ich feststellen zu können, daß die beiden immergrünen Nadelhölzer ein starkes Beharrungsvermögen ihrer Transpiration besitzen, und daß die Buche die Fähigkeit, ihre Transpiration zu regulieren, besitzt, um auch auf einer gewissen Transpirationshöhe zu beharren; dagegen kann bei der Eiche von keinem Beharrungsvermögen ihrer Transpiration gesprochen werden. Ich habe den Eindruck erhalten, daß die oekologische Verwandtschaft zwischen den Nadelbäumen und der Buche näher ist als zwischen der Buche und der Eiche, die sich beide durch ein sehr ungleiches Beharrungsvermögen der Transpiration unterscheiden. Hiermit würden auch die ähnlichen Feuchtigkeitsansprüche der Tanne, der Fichte und der Buche übereinstimmen, während die Traubeneiche auch unter trockeneren Bedingungen gedeihen kann. Die beiden Nadelbäume (Tanne und Fichte) und die Buche sind auch echte Pflanzen unserer mitteleuropäischen Flora, während die Traubeneiche mit Ausnahme des atlantischen Gebietes mit seiner langen Vegetationsperiode (und den seltenen Spätfrösten) bei uns in Mitteleuropa die lokalklimatisch wärmsten und trockensten Standorte bevorzugt.

Es bliebe mir jetzt nur noch die Frage übrig, ob durch meine Untersuchungen die verschiedene Dürreresistenz unserer vier Waldbäume erklärt werden kann. Die Antwort kann nur mit einem einfachen Nein lauten; denn die Dürreresistenz ist von vielen verschiedenen Faktoren abhängig, die alle im vorliegenden Falle nicht untersucht werden konnten. Die Transpiration allein braucht nicht zu einem Wasserdefizit zu führen, wenn nur der Leitungswiderstand gering genug ist, damit jederzeit genügend Wasser nachgeführt werden kann. Durch die Transpiration entsteht ein höherer osmotischer Wert (Saugkraft) in den Blattzellen, der sofort Wasser

wieder nachsaugt und den höheren Wert zum Verschwinden bringt. Der höhere osmotische Wert kommt überhaupt nicht zur Wahrnehmung, wenn das Wasser sehr schnell wieder zugeführt wird, mit anderen Worten, wenn der Leitungswiderstand der Gefäße gering ist. Es scheint, daß dieser Fall bei der Traubeneiche verwirklicht ist, denn trotz der viel größeren Transpiration besitzt die Eiche keine höheren osmotischen Werte als unsere anderen Waldbäume; und dieser geringe Leitungswiderstand würde in einem anatomischen Merkmal, den großen Gefäßen, seine Erklärung finden. Im Gegensatze hierzu wäre es kein Wunder, wenn die Nadelhölzer, Tanne und Fichte, einen großen Leitungswiderstand besitzen würden, da sie im Gegensatz zu den Laubhölzern und allen Dicotylen nur Tracheiden und keine Tracheen besitzen. Es ist möglich, daß neben dem Blattbau auch infolge dieses Grundes ihre Transpiration so sehr gehemmt ist. Aber hierbei finden wir keine Anhaltspunkte zur Erklärung der verschiedenen Dürreresistenz; das Problem kommt letzten Endes auf die Frage hinaus: bei welchem minimalen Wasservorrat kann die Pflanze gerade noch leben? Und bei welchem Grade der Trockenheit vermögen die Wurzeln gerade noch Wasser aufzunehmen? Also auf Fragen, die wir heute noch nicht lösen können; und hiermit hätte ich den Beweis erbracht, daß das verschiedene Verhalten der Pflanzen gegen Trockenheit durch Transpirationsmessungen und Messungen des osmotischen Wertes allein nicht erklärt werden kann.

Zum Schlusse möchte ich noch einiges zu der Föhntheorie bemerken. Fassen wir noch einmal das oben Gesagte zusammen, so ergibt sich folgendes: Fichte, Tanne und Buche ähneln sich im Verhalten gegen die Trockenheit weitgehend und lieben ein hohes Maß von Feuchtigkeit. Hinzu kommt, daß die Buche auch im entlaubten Zustande im Winter (Thren 1934), wie auch andere Laubhölzer z. B. *Sorbus aucuparia* (Michaelis 1934) ebenso viel, wenn nicht noch mehr, transpirieren. Ein weiterer Umstand ist der, daß der südliche Schwarzwald nur in den Ausläufern des Föhns liegt. Infolgedessen komme ich durch die Tatsachen zum Schlusse, daß die Erklärung des Vorkommens der Buche auf den Höhen des südlichen Schwarzwalds durch den Föhn sehr unwahrscheinlich ist. Anders dagegen liegt es im Föhngebiet der Schweiz und Tirols, wo an Stelle der feuchtigkeitsliebenden Buche die dürreresistente Kiefer, *Pinus silvestris,* auftritt. Hier in dem Einfallsgebiet des Föhns (Urner Reußtäler wie auch bei Innsbruck) will ich gern an den Föhn als eine für die Vegetation wichtige Ursache glauben. Im südlichen Schwarzwald hat der Föhn nur die Bedeutung, daß eine strenge Winterkälte niemals so lange andauert als in föhnlosen Gebieten. In den Urner Reußtälern ist für die Bedeutung des Föhns der Trockenheitsfaktor maßgebend, im südlichen Schwarzwald dagegen der Temperaturfaktor, der z. B. für das Vorkommen der wärmeliebenden Eichenwälder bis in einer Höhenlage von 800 m von Bedeutung sein kann.

Schlußbetrachtung.

Für den vegetationskundlichen Teil erübrigt sich eine Zusammenfassung. Ich habe die verschiedensten Vegetationseinheiten der Wälder des südlichen Schwarzwalds südlich des Elztales und nördlich der Linie Kandern-Säckingen untersucht und beschrieben. Zu bemerken ist hierbei nur, daß unser Gebiet seit altersher durch die Kultur und durch die Forstwirtschaft außerordentlich stark beeinflußt ist, und daß infolgedessen die Beurteilung einer Assoziation nach ihrer Natürlichkeit oft schwierig ist. Ein weiterer Umstand, der die Abgrenzung der einzelnen Assoziationen sehr schwierig macht, ist der, daß die Bodenbeschaffenheit oft auf kleinstem Raume sehr stark wechselt. Infolgedessen dürfen meine Untersuchungen nicht als eine endgültige, abgeschlossene Darstellung betrachtet werden, sondern nur als ein Beitrag zur Vegetationskunde des südlichen Schwarzwaldes in Zusammenhang mit einer Studie zur Oekologie unserer vier Waldbäume.

Im physiologischen Teile habe ich folgendes festgestellt:

1.) Die osmotischen Werte (Saugkräfte) und die Wassergehaltswerte sind im Verlaufe des Jahres für alle vier Waldbäume (Tanne, Fichte, Buche, Eiche) ähnlich. Das Gleiche hat schon Thren in Heidelberg ermittelt.

2.) In Bezug auf die Transpiration ähneln sich hinsichtlich des Beharrungsvermögens Tanne, Fichte und Buche weitgehend. Die kleinsten Transpirationsunterschiede im Verlaufe des Tages zeigt die Fichte, die größte die Buche. Dieses unterschiedliche Verhalten kann gut aus dem Blattbau erklärt werden. Ebenso entspricht die Reihenfolge in diesem Verhalten: Fichte, Tanne, Buche gut den Wärmeansprüchen dieser drei Bäume und ihrem Vorkommen. Dagegen weicht die Eiche (*Quercus sessiliflora*) mit ihren großen Transpirationsunterschieden von diesen drei Bäumen stark ab. Mit ihren hohen Transpirationswerten zeigt sie ihre Vorliebe für hohe Temperaturen und große Lichtstärken an. Mit dem in physiologischer Hinsicht von den drei anderen Bäumen abweichenden Verhalten der Traubeneiche, *Quercus sessiliflora,* ist ihre Neigung, in wärmeliebende submediterrane Pflanzengesellschaften überzugehen, gut in Uebereinstimmung zu bringen. Im Gegensatz hierzu gehören Fichte, Tanne und Buche immer nur rein mitteleuropäischen Pflanzengesellschaften an.

3.) Dagegen sind irgendwelche Deutungen zur Erklärung der verschiedenen Widerstandkraft der vier Bäume gegen die Trockenheit aus diesen festgestellten Tatsachen heraus nicht möglich. In gleicher Weise ist es auch nicht möglich, die Geltung der Föhntheorie zu beweisen.

Literatur.

Bartsch, J.: Die Pflanzenwelt im Hegau und nordwestlichen Bodenseegebiet. — Schriften Ver. f. Geschichte des Bodensees 1. Reih. 1925.

— Buche, Tanne und Fichte im südl. Schwarzwald und Südvogesen. — Verh. i. botanischen Verein der Prov. Brandenburg Bd. 71, 1929, S. 131.

Baumgartner, A.: Thermoelektrische Untersuchungen über die Geschwindigkeit des Transpirationsstromes. Zeitschr. f. Botanik 28, 1935, 3/4.

Braun-Blanquet, J.: Pflanzensoziologie (Grundzüge der Vegetationskunde), Berlin 1928.

— in „Der Hohentwiel". Eine naturwissenschaftliche Einzeluntersuchung. Veröff. Staatl. Stelle f. Naturschutz beim Württb. Landesamt f. Denkmalpflege. J. 1930.

— Zur Kenntnis nordschweizerischer Waldgesellschaften. Reih. Botanisches Centralblatt, Bd. 49, Ergänzungsband 1932.

Braun-Blanquet, J. und Walter, H.: Zur Oekologie der Mediterranpflanzen. — Jahrb. f. wissenschaftl. Botanik 1931, 74, 694.

Bosian, G.: Assimilations- und Transpirationsbestimmungen an Pflanzen des Zentralkaiserstuhls. — Zeitschr. f. Botanik, 1933, S. 209.

Deecke, W.: Natur, Oberflächengestaltung und Wirtschaftsformen der Baar. — Vom Bodensee zum Main, Heimatblätter herausg. vom Landesverein Badische Heimat 1921.

— Geologie links und rechts der Eisenbahnen im Schwarzwald. — Herausg. vom Badischen Schwarzwaldverein, Freiburg Br. 1932.

Dengler, A.: Die Horizontalverbreitung der Fichte und der Weißtanne. — Neudamm 1912.

— Waldbau auf oekologischer Grundlage. — 1929.

Deutsche meteorologische Jahrbücher. — Baden 1928—1933.

Diels, L.: Pflanzengeographie. — Sammlung Göschen, Leipzig 1908.

Faber, A.: Pflanzensoziologische Untersuchungen in Süddeutschland, Ueber Waldgesellschaften in Württemberg. — Bibliotheca Botanica 1933.

Gayer, K.: Der Waldbau. — Berlin 1889.

Hausrath, H.: Der deutsche Wald. — Aus Natur und Geisteswelt, Leipzig 1907.

— Pflanzengeographische Wandlungen der deutschen Landschaft. — Leipzig 1911.

Heilig, H.: Untersuchungen über Klima, Boden und Pflanzenleben des Zentralkaiserstuhls. — Zeitschr. f. Botanik 24, 1921 S. 225—279.

Huber, Br.: Zur Kenntnis des Wasserhaushalts der Pflanze. — Jahrb. f. wissenschaftl. Botanik **64**, 1925.

Issler, E.: Les assoziations végétales des Vosges méridionales et de la Plaine Rhénane avoisinante. Les Forêts. — Bull. de la Société d'Histoire nat. de Colmar 1922—1929.

Kelhofer, E.: Beiträge zur Pflanzengeographie des Kantons Schaffhausen. — Schaffhausen 1915.

Libbert, W.: Die Vegetationseinheiten der neumärkischen Staubeckenlandschaft unter Berücksichtigung der angrenzenden Landschaften. — Verh. d. Botan. Vereins d. Prov. Brandenburg 1932, I, 1932/33. III.

Lüdi, W.: Die Vegetationsgesellschaften des Lauterbrunnentales und ihre Sukzession. — Beiträge zur geobotanischen Landesaufnahme **9**, Zürich 1921.

— Beitrag zur Kenntnis der Beziehungen zwischen Vegetation und Boden. — ebenda Zürich 1934.

Markgraf, Fr.: Praktikum der Vegetationskunde. — Berlin 1926.

Mattfeld, J.: Die in Europa und im Mittelmeergebiet wildwachsenden Tannen. — Jahrb. d. Deutschen Dendrolog. Ges. 35 S. 1, 1925.

— Pflanzenareale.

Michaelis, P.: Oekologische Studien an der alpinen Baumgrenze. I. Das Klima und die Temperaturverhältnisse der Vegetationsorgane im Hochwinter. — Ber. d. Deutschen Bot. Ges. **50**, 1932, 31—42.

— II. Die Schichtung der Windgeschwindigkeit, Lufttemperatur und Evaporation über einer Schneefläche. — Beitr. z. Bot. Zentralbl. 1934, 310.

— P. u. G.: III. Ueber die winterlichen Temperaturen der pflanzlichen Organe, insbesondere der Fichte. — ebenda, 333.

— P.: IV. Zur Kenntnis des winterlichen Wasserhaushaltes. — Jahrb. f. wissensch. Botanik 1934, 80, 2.

Neuberger, J.: Flora von Freiburg/Breisgau. — 3.—4. Aufl. Freiburg/Br. 1912.

Oberdorfer, E.: Die höhere Pflanzenwelt am Schluchsee (Schwarzwald). — Ber. der Naturf. Ges. Freiburg/Br., 1934, Bd. 34, S. 213—247.

Oltmanns, Fr.: Das Pflanzenleben des Schwarzwaldes. — 3. Aufl. Freiburg/Br. 1922.

Pisek, A. und Castellieri, F.: Zur Kenntnis des Wasserhaushalts der Pflanzen. I Sonnenpflanzen. — Jahrb. f. wissenschaftl. Bot. 1931, **75**, 135. II Schattenpflanzen. — ebenda, 1932, **75**, 643. III Alpine Zwergsträucher. — ebenda 1933, **78**, 131.

Rubner, K.: Die pflanzengeographische Grundlage des Waldbaus. — Neudamm 1924.

Rübel, E.: Pflanzengesellschaften der Erde. — Bern-Berlin 1928.

— Die Buchenwälder Europas, Berlin 1932.

— Geobotanische Untersuchungsmethoden. — Berlin 1922.

Sleumer, H.: Die Pflanzenwelt des Kaiserstuhls in: „Der Kaiserstuhl". — Bad. Landesverein für Naturkunde und Naturschutz. Freiburg/Br. 1933.

Stocker, O.: Transpiration und Wasserhaushalt in verschiedenen Klimazonen: I an der arktischen Baumgrenze, Jahrb. f. wissensch. Bot. 75, 1931, 3 II. in der ungarischen Alkalisteppe. — ebenda 78, 1933, 5.

Thren, R.: Jahreszeitliche Schwankungen des osmotischen Wertes verschiedener ökologischer Typen in der Umgebung von Heidelberg. — Zeitschr. f. Bot. 1934, 26, 449.

Uebersichtskarte der Waldungen Badens nebst Erläuterungen. — Herausgeg. von der Großherzogl. Forst- und Domänendirektion. Karlsruhe 1906.

Volk, O. H.: Beiträge zur Oekologie der Sandvegetation der oberrheinischen Tiefebene. — Zeitschr. f. Botanik 24, 1931.

Walter, H.: Die Preßsaftgewinnung für kryoskopische Messungen des osmotischen Wertes bei Pflanzen. — Ber. d. Deutschen Bot. Ges. 46, 1928 a.

— Die osmotischen Werte und die Kälteschäden unserer wintergrünen Pflanzen während der Winterperiode 1929. — Ber. d. Deutschen Bot. Gesellschaft, 47, 1929.

— Saugkraft oder osmotischer Wert. Zeitschr. f. Botanik 23, 1930, 74 (Oltmanns-Festschrift).

Walter, H. und Thren, R.: Die Berechnungen des osmotischen Wertes auf Grund von kryoskopischen Messungen und der Vergleich mit Saugkraftbestimmungen. — Jahrb. f. wissensch. Bot. 80, 1934, 20.

Fürst Windisch-Grätz: Die ursprüngliche natürliche Verbreitungsgrenze der Weißtanne in Süddeutschland. — Dissert. München. — Naturwissenschaftl. Zeitschr. f. Forst- und Landwirtschaft 1912.

Winter: Botanische Streifzüge in der Baar. — Mitt. d. Bad. Bot. Vereins 1882, 3/4.

Lebenslauf

Ich, Constantin Mayer, deutscher (badischer) Staatsangehöriger, bin am 20. Februar 1907 zu Paris als Sohn des Kunsthändlers Gottfried Mayer und seiner Ehefrau Berta, geb. von Séchelles, geboren. Bei Kriegsausbruch mußten wir nach Deutschland fliehen und ließen uns in Freiburg i. Br. nieder, wo ich auch die Neuburg-Oberrealschule besuchte. Nach Abschluß der Reifeprüfung im Jahre 1927 studierte ich zunächst an der Universität Freiburg Chemie und Naturwissenschaften. Nach einer kurzen Unterbrechung des Studiums bezog ich die Universität Berlin, um Botanik zu studieren und um bei Herrn Professor Dr. Diels meine Promotionsarbeit auszuführen.

Bei folgenden Lehrern habe ich gehört:

In Freiburg i. B.: Grün, Heffter, von Hevesy, Mie, Oltmanns, Schneiderhöhn, Schwarz, Staudinger, Zintl.

In Berlin: Baumgarten, Brieger, Czaja, Dessoir, Diels, Gothan, Haarmann, Harteck, Markgraf, Noack, Pilger, Schiemann, F. Schmidt, O. C. Schmidt, Stappenbeck.